Anat. 343 db

Platner

<36633605870015

<36633605870015

Bayer. Staatsbibliothek

Anat 3153

Grundzüge
einer
allgemeinen Physiologie

von

Dr. Alexander Platner.

I.

Von der organischen Kraft
oder
von der Erregbarkeit.

Jena,
Druck und Verlag von Friedr. Mauke.
1843.

II. u. III. (Schluss) folgen bald nach.

229 bg

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

GRUNDZÜGE

einer

allgemeinen Physiologie

von

Dr. Ernst Alexander Platner.

Jena,

Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1844.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorrede.

Die vorliegenden Blätter bilden einen Abschnitt einer allgemeinen Physiologie, welche das organische Seyn überhaupt, insbesondere jedoch das des Menschen in einer dreifachen Richtung, nämlich nach Ursache, Mittel und Wirkung, zum Gegenstande der Betrachtung hat. Der vorliegende erste Abschnitt beschäftigt sich demnach besonders mit der organischen Kraft, als der Ursache, welche das organische Daseyn schafft und schaffend erhält. Der zweite Abschnitt wird die Organe, als die Mittel, wodurch die organische Kraft wirkt, betrachten, und dieselben daher in ihrer Bedeutung, d. h. in Beziehung auf Das, was durch sie vermittelt wird, auffassen, ferner in ihrer Einheit, d. h. in Beziehung auf die einige Ursache, welche durch sie wirkt und wirkend sie hervorrief, und endlich in ihrem Gegensatze, d. h. in Beziehung auf die

*

Verschiedenheit, welche sie darbieten, wenn man sie mit einander vergleicht. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der an der organischen Materie erscheinenden Veränderung, da sich hierauf jede sie treffende Wirkung zurückführen lässt und zurückführen lassen muss. Da die organische Materie aber nicht nur der Wirkung der sie bildenden Kraft unterliegt, sondern auch der fortwährenden Einwirkung der Aussenwelt und der Einfluss der letzteren zum Einflusse der ersteren in der innigsten Beziehung steht, so kann in diesem Abschnitt zugleich eine Untersuchung über den Einfluss der Aussenwelt nicht umgangen werden. Da ferner nicht von einer Veränderung gesprochen werden kann, ohne Berücksichtigung dessen, was der Veränderung vorausging, gleichwie man nicht von einem Moment der Bewegung reden kann, ohne des Moments der Ruhe zu gedenken, so werden wir auch hier das eine dem anderen vorausschicken müssen. Alle an der organischen Materie sich offenbarende Wirkung oder Veränderung kann aber eine dreifache seyn. Die organischen Atome verändern entweder ihr inneres Verhältniss, oder ihr äusseres Verhältniss, oder ihr Verhältniss zu ihrem Ruhepuncte. Wir unterscheiden demnach an ihnen:

1) **Mischungsveränderung**, d. h. Veränderung oder Bewegung in Bezug aufs Innere, oder auf den anziehenden Mittelpunct.

2) **Formveränderung**, d. h. Veränderung oder Bewegung in Bezug aufs Aeussere, oder auf die Gestaltung der Grenzen.

3) **Ortsveränderung**, d. h. Veränderung oder Bewegung des Ganzen in Bezug auf seinen Ruhepunct.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen wird es einleuchtend seyn, warum der Inhalt des dritten Abschnitts sich folgendermaassen darstellt:

Von der Veränderung der organischen Materie.

I.

Von der Mischung der organischen Materie und deren Veränderung.

A. Mischung der organischen Materie.

1. Von den Elementen oder Grundstoffen der organischen Materie.
2. Von der eigenthümlichen Art, wie sich die Grundstoffe in der organischen Materie mit einander verbinden.

B. Mischungsveränderung der organischen Materie.

1. Mischungsveränderung der dem Lebenseinfluss entzogenen organischen Materie.

a. auf natürlichem Wege.

b. auf künstlichem Wege.

2. Mischungsveränderung der organischen Materie unter dem Lebenseinflusse.
a. im gesunden Zustande.
b. im krankhaften Zustande.

II.

Von der Elementarform der organischen Materie (die Zelle) und deren Veränderung.

III.

Von der Ortsveränderung der organischen Materie.

1. Bewegung der Säfte bei den Pflanzen.
2. Bewegung der Säfte bei den Thieren.

So viel über das Ganze. Man wird leicht einsehen, dass, wie sehr auch eine Betrachtung des organischen Seyns im Allgemeinen nach Ursache, Mittel und Wirkung dem Verstande zusagend ist, doch bei einer Ausführung im Einzelnen sich nicht wenig Schwierigkeiten darbieten, und dass namentlich hin und wieder eine Wiederholung nicht zu vermeiden ist. Die Natur stellt sich uns immer als ein Ganzes dar, während unsere Darstellung von der Natur immer nur stückweise geschehen kann. Indem wir nun den vorliegenden ersten Abschnitt der Oeffentlichkeit übergeben, erwarte man daher auch nicht etwas Erschöpfendes, am allerwenigsten aber eine speculative Untersuchung über

das eigentliche Wesen der organischen Kraft. Wir wissen nur zu gut, wie wenig der Wissenschaft heut zu Tage damit gedient ist. Die Betrachtungen über die organische Kraft in dem Nachfolgenden beschränken sich daher nur auf die Form derselben, auf die Art, wie sie in die Erscheinung tritt. Sie wird in dieser Hinsicht als Erregbarkeit bezeichnet. Dies ist nichts Neues, wie Jedermann weiss, und etwas so Wahres, dass wohl Niemand es leugnen wird. Um so mehr ist daher zu verwundern, dass bis jetzt Niemand sich gedrungen fühlte, diese bekannte Wahrheit einmal bei allen Erscheinungen organischer Thätigkeit durchzuführen. Die Sache schien indessen vielleicht zu einfach und darum nicht anziehend genug. Indem wir nun in dem Vorliegenden einen Versuch der Art gemacht haben, fühlten wir wohl, dass unsere Mittel zu einem solchen Unternehmen vielleicht nicht stark genug waren; möchten daher Andere, besser Ausgerüstete, den von uns eingeschlagenen Weg weiter verfolgen.

Schon vor einigen Jahren wurde das Vorstehende fast ganz so niedergeschrieben, wie es jetzt vorliegt, wir zögerten jedoch noch mit der Veröffentlichung, weil

wir mit den anderen Abschnitten erst noch weiter zu kommen wünschten. Jetzt sind wir im Stande, diese bald nachliefern zu können, und haben unterdessen zugleich die Freude gehabt, manche unserer Ansichten durch die Forschungen rühmlichst bekannter Männer, wie Liebig und Volkmann, thatsächlich bestätigt zu sehen.

Marburg, im August
1843.

Der Verfasser.

I.

Von der organischen Kraft

oder

von der Erregbarkeit.

Inhalt.

I.

Von der Erregbarkeit überhaupt und ihren verschiedenen Arten.

Begriff der Erregbarkeit. Seite 1.

Die Erregbarkeit kommt den organischen Körpern eigenthümlich zu. S. 1.

Die Erregbarkeit ist an kein bestimmtes Organ gebunden, insbesondere sind die Nerven nicht die alleinigen Träger derselben S. 2.

Die Erregbarkeit der Nerven ist die primäre, die der anderen Organe die secundäre. S. 7.

Ueber das Verhältniss der primären und secundären Erregbarkeit bei der Absonderung. S. 7. Ernährung. S. 8. Bewegung. S. 8. Excentrische und centrische Bewegung. S. 10. Tonus ist auch eine excentrische oder reflectirte Bewegung. S. 11. Wie durch den Willen centrische Bewegungen erregt werden, ist unerklärbar. S. 15.

Rückblick. S. 15. Erregbarkeit im Keim. S. 17.

Auch bei den Pflanzen dürfte man primäre und secundäre Erregbarkeit unterscheiden können. S. 18.

Noch Einiges über die Nervenerregbarkeit insbesondere. S. 19.

Eintheilung der Nerven nach ihrem Wirkungsvermögen. S. 22.

Reizbarkeit der Nerven. S. 28.

Lebensreize — äussere. 1. Licht. S. 30. 3. Wärme. S. 31. 3. Elektricität. S. 32. 4. Luft. S. 33. 5. Wasser. S. 36. 6. Nahrungsmittel. S. 36.

Innere Lebensreize — durch die Reize bedingte Periodicität des Lebens. S. 41.

II.

Von der Ab- und Zunahme der Erregbarkeit und ihrer Dauer in einzelnen Theilen nach dem Tode des Ganzen.

Die Erregbarkeit nimmt mit der Dauer der Erregung ab. S. 40.

Wirkung der anorganischen Gifte. S. 45.

Wirkung der organischen Gifte. S. 46.

Die Erregbarkeit eines Organs nimmt zu mit dem Beginn seiner Ruhe. S. 52.

Von dem Erlöschen der Erregbarkeit nach dem Tode. S. 55.

Verbesserungen.

S. 9. Z. 6 v. oben lese man nicht nur durch den st. nicht durch den.

S. 11. Z. 13 v. o. l. m. die Ejaculation des Samens st. die Erection des Penis.

S. 11. Z. 17 v. o. l. m. Strangurie st. Sterangurie.

S. 12. Z. 17 v. o. l. m. Muskelstück st. Muskelzustand.

S. 25. Z. 4. v. unten l. m. die Drüse st. diese Drüse.

S. 26. Z. 6. v. u. l. m. uns nöthigen, diese bald möglichst wieder zu entfernen st. und nöthigen, diese bald möglichst sich wieder zu entfernen.

S. 47. Z. 9 v. oben l. m. seinen Zustand st. einen Zustand.

I.

Von der Erregbarkeit überhaupt und ihren verschiedenen Arten.

Alle organische Materie zeigt sich nur in Folge von Einflüssen thätig; dabei ist diese Thätigkeit jedoch keine mitgetheilte, noch in irgend einer Art die unmittelbare Wirkung des Statt gefundenen Einflusses, sondern die Folge eines eigenen Vermögens, welches aber durch den betreffenden Einfluss bestimmt wurde, sich thätig zu zeigen. Diese Eigenschaft der organischen Materie nennen wir Erregbarkeit. Die Erregbarkeit setzt demnach voraus eine Fähigkeit, afficirt zu werden, die Reizbarkeit, und eine Fähigkeit, sich darauf thätig zu zeigen, das Wirkungsvermögen, sowie die Erregung selbst die Aufnahme eines Eindrucks, die Reizung, und die selbst, eigene Kraftäusserung, die Gegenwirkung, in sich schliesst. Die einwirkende Ursache aber, das, was die Reizung hervorruft, wird der Reiz genannt, und insofern gewisse Reize zum Leben unumgänglich nöthig sind, und der Organismus mit Rücksicht auf dieselben geschaffen ist, werden dieselben Lebensreize genannt. Alle Lebensäusserungen sind also Erregungen, und die Erregbarkeit ist lediglich eine Eigenschaft des Lebenden oder Organi-

schen. Die Thätigkeit der unorganischen Körper ist von den selbsteigenen Kraftäusserungen der organischen Körper wohl zu unterscheiden. Man spricht zwar auch bei der elektrischen und galvanischen Kraft von einer Erregung derselben, allein die Erregung organischer Kräfte hat mit der galvanischer oder elektrischer nur das Wort gemein, ihrem Wesen nach sind beide durchaus verschieden. Wenn man z. B. Zink und Kupfer mit einander in Berührung bringt und dadurch eine elektrische Spannung erregt, so wissen wir, dass beide Theile hieran gleichen Antheil haben, dass das Zink ebenso erregend auf das Kupfer, wie umgekehrt das Kupfer auf das Zink wirkt, und dass mithin beide, das Zink, wie das Kupfer, die Factoren der Elektricitätsäusserung sind. Bei einer organischen Kraftäusserung ist aber der Reiz, welcher sie hervorrief, durchaus kein Factor derselben, sondern nur eine Veranlassung dazu. Wenn z. B. Luftschwingungen von einer gewissen Geschwindigkeit in uns Tonempfindungen erregen, so ist dieses lediglich die Folge einer eigenen Kraft des Hörnerven, und der äussere Einfluss hat an dieser Empfindung nur einen ganz indirecten Antheil, insofern nämlich durch ihn der Hörnerv bestimmt wurde, sich thätig zu zeigen. Der Hörnerv äussert daher auch dieselbe Kraft, wenn ihn ganz andere Reize, z. B. innere, treffen. Daher Krankheiten der Gehörorgane häufig mit Brausen und Klingen vor den Ohren verbunden sind. —

Die Erregbarkeit in den organischen Körpern ist an kein bestimmtes Organ gebunden, sondern kommt der organischen Materie überhaupt und an und für sich zu.

Jede organische Materie ist einer Erregung fähig, und wäre dieses nicht der Fall, so hätten wir gar keinen Grund, sie für lebendig zu halten. Bei der allgemeinen Verbreitung des Nervensystems und bei der leichten Ueberzeugung von dessen Erregbarkeit könnte man indessen leicht verleitet werden, wenigstens bei den Thieren, nur dem Nervensystem Erregbarkeit zuzusprechen, und alle Erscheinungen von Erregbarkeit, oder alle Lebensäusserungen, von den überall verbreiteten Nervenzweigen abzuleiten, allein eine nähere Betrachtung wird uns sogleich zeigen, dass dieses nicht der Fall seyn kann. Da alle Organisation Selbsterhaltung bezweckt, die Selbsterhaltung aber nur durch beständige Wiedererzeugung möglich ist, so beziehen sich im Allgemeinen alle organischen Thätigkeiten entweder auf eine Aufnahme und Aneignung von Stoffen, um die Wiedererzeugung zu vermitteln, oder auf eine Absonderung und Entfernung von Stoffen, um das Wiedererzeugte zu bewahren und zu schützen, und es sind mithin Ernährung und Absonderung in Verbindung mit der Bewegung die wesentlichsten organischen Vorgänge. Wenn nun blos die Nerven Erregbarkeit besässen, und mithin nur sie bei Lebensäusserungen thätig wären, so müssten auch die Ernährung, Absonderung und Bewegung allein durch eine Nervenkraft vollzogen werden. Die Thätigkeit der Nerven ist aber, obwohl zu den genannten Lebenserscheinungen unentbehrlich, doch keineswegs das dabei S c h a f f e n d e. Betrachten wir zuerst die Ernährung. Wenn wir eine Umbildung des Bluts oder einzelner Bestandtheile desselben in den Muskeln in Muskel-

substanz, in der Haut in Hautgewebe, in den Knochen in Knochensubstanz u. s. w. beobachten, so ist es schon von vorn herein am natürlichsten, anzunehmen, dass die Umbildung des Bluts von einer Lebensthätigkeit der genannten Theile selbst herbeigeführt werde, und nicht von einer Thätigkeit der in ihnen verbreiteten Nerven. Diese Annahme steigert sich aber zur Gewissheit, wenn wir sehen, dass in allen diesen Theilen die Nerven im Allgemeinen dieselben sind, und dass sich kein Grund entdecken lässt, aus welchem dieselben Nerven hier Muskelsubstanz, dort Knochensubstanz und an einem dritten Ort Hautgewebe aus dem Blute bilden sollten. Ebenso verhält es sich mit den verschiedenen Drüsen. Alle Drüsen empfangen Nerven von derselben Art, stehen mithin unter demselben Nerveneinfluss, und doch ist ihre Wirkung so verschieden; es kann daher die Verschiedenheit der Absonderung nicht durch die Nerven bedingt seyn, sondern muss in den einer jeden Drüse eigenthümlich zukommenden Lebenseigenschaften liegen*). Man könnte indessen annehmen, dass die Nerven bei ihrer Verbreitung in Theile von einer so verschiedenen Qualität auch zu qualitativ verschiedener Wirksamkeit bestimmt werden könnten; allein es ist gerade charakteristisch für die Thätigkeit der Nerven, dass die verschiedenartigsten Einwirkungen in ihnen immer qualitativ dieselben Thätigkeiten hervorrufen, zu denen sie

*) Die Untersuchungen über die verschiedene Beschaffenheit der Drüsen, sowie über die verschiedenen in ihnen vorkommenden Nerven bedürfen noch einer grösseren Genauigkeit und Ausdehnung.

durch ihre Natur befähigt sind (Müller Phys.). Dieselben können darum nicht in den Knochen zur Knochenbildung, in den Muskeln zur Muskelbildung, in der Haut zur Hautbildung, und in der einen Drüse zu dieser und in der anderen zu jener Absonderung veranlasst werden. Nur dann, wenn wir in jedem Theil ein verschiedenes Nervensystem nachweisen, dürften wir alle diese verschiedenen Vorgänge lediglich den Nerven zuschreiben. Eine solche Nachweisung hat indessen bis jetzt nicht nur nicht Statt gefunden, sondern die deshalb angestellten Untersuchungen haben vielmehr das Gegentheil bewiesen. Die verschiedenen Arten der Absonderung und die Bildung der einem jeden Theil entsprechenden Substanz müssen mithin gleich der Bewegung, auf welche wir weiter unten noch ausführlich zurückkommen werden, durch ein dem jedesmaligen Theil eigenthümliches Wirkungsvermögen bedingt seyn. Gleichwohl ist der Einfluss des Nervensystems dabei ein nothwendiger Umstand, wie Thatsachen hinlänglich beweisen. Wie die Bewegung aufhört nach Lähmung der entsprechenden Nerven, so erleidet auch die Ernährung und Absonderung eine gleiche Störung. Wenn man den *nerv. trigem.* innerhalb des Schädels durchschneidet, so trübt sich die Oberfläche der Hornhaut des Auges und wird allmählig undurchsichtig. In den Augenkammern wird eine trübe Flüssigkeit abgesondert, und es bilden sich daselbst Pseudomembranen; die Krystalllinse und der Glaskörper werden ebenfalls undurchsichtig; endlich löst sich die Hornhaut von der Sclerotica, und die noch flüssig gebliebenen Augenflüssigkeiten fliessen aus; das Auge fällt zusammen oder

es geht durch Eiterung verloren. Aehnliche Veränderungen finden auch in der Nase und in der Mundhöhle Statt. Eine Durchschneidung des Vagus stört die Magensaftabsonderung und bewirkt eine Infiltration der Lungenbläschen mit einer blutig-serösen, schaumigen Flüssigkeit. Nach Durchschneidung des *nerv. spermat.* fällt der Hode zusammen und vereitert. Nach der Durchschneidung der Nierennerven wird von den Nieren eine blutige Flüssigkeit entleert und die Harnabsonderung hört auf. Die Untersuchungen über diesen Gegenstand werden indessen besonders dadurch schwierig, weil die Nerven auch auf die Contraction der Capillargefässe, und dadurch auf die Bewegung des Blutes in denselben einen Einfluss zu haben scheinen (Stilling, Eisenmann). Da aber sowohl die Ernährung als die Absonderung aus dem Blute geschieht, so ist die vermehrte oder verminderte oder stockende Bewegung desselben hierbei gewiss nicht gleichgültig. (*Gangraena senilis* bei verknöcherten Arterien, Hydrosen bei Herzfehlern.) — Und da wir ferner nicht wissen, welche Nervenfasern in einem gegebenen Fall der Ernährung oder der Absonderung oder der Blutbewegung dienen, und deshalb bei einem Experiment alle Nerven durchschneiden müssen, um sicher zu seyn, dass wir den Nerveneinfluss für die eine oder andere Function völlig aufgehoben haben, so lässt sich nie ein ganz reines Resultat gewinnen. Ist nun bei der Ernährung, Absonderung und Bewegung der Einfluss des Nervensystems ein nothwendiger Umstand, allein dennoch nicht das dabei Schaffende, so muss er nach unserer Meinung sich als Reiz verhalten. Ist es aber richtig, dass der Ein-

fluss des Nervensystems auf die Ernährung, Bewegung und Absonderung nur in einer Reizung dazu besteht, und dass diese Reizung nur durch die Nerven bewirkt werden kann, so würde sich die Erregbarkeit in den Ernährungs-, Bewegungs- und Absonderungsorganen wesentlich von der Erregbarkeit der Nerven selbst unterscheiden, insofern das Wirkungsvermögen dort stets ein und desselben Reizes bedürfte, hier dagegen durch verschiedene Reize erregt werden kann. Ist ferner nach dem Gesagten anzunehmen, dass eine Erregung der Nerventhätigkeit der Erregung einer jeden anderen Thätigkeit in unserem Organismus vorausgehen muss, weil eben nur die Nerven die übrigen Organe zur Thätigkeit veranlassen, so wird es nicht unpassend seyn, wenn wir die Erregbarkeit der Nerven die primäre, die der anderen Organe dagegen die secundäre nennen. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass die Nerven sich eben so gut, wie alle anderen Theile, zu ihrer Erhaltung wiedererzeugen müssen, und dass sie neben ihrer primären Erregbarkeit mithin auch noch die besitzen müssen, welche wir die secundäre genannt haben. —

Den Vorgang bei der Ernährung und Absonderung hätte man sich also folgendermassen vorzustellen: Mit dem Blute gelangen in jede Drüse Stoffe, welche die Nerven derselben excitiren, und die so erregte Nerventhätigkeit gibt erst der Drüse selbst den Impuls zur Absonderung. So könnte z. B. der im Blute vorhandene, bei der Zersetzung der organischen Materie durch den Einfluss der Aussenwelt (Liebig) sich bildende Harnstoff reizend auf die Nierennerven

wirken, und durch den reizenden Einfluss dieser die Niere selbst zur Thätigkeit bestimmt werden.

Man darf indessen nicht vergessen, dass das in eine Drüse gelangende Blut nicht nur Reize enthalten muss, sondern auch überhaupt eine Beschaffenheit haben, die den uns noch unbekannten Act der Absonderung selbst möglich macht, und dass ein Organ, obwohl zur Thätigkeit gereizt, dieser Aufforderung doch nicht entspricht, wenn sich entweder in dem Object seiner Thätigkeit oder in seinem subjectiven Zustand ein Hinderniss findet. Auch das durch eine Drüse bewirkte Secret selbst kann, wenn es sich anhäuft, die Veranlassung zu seiner Entfernung werden. Bisweilen erfolgt die Ausführung des bereits Abgesonderten auch auf äussere Reize. Auch kann der zur Ab- und Aussonderung erforderliche Nervenimpuls durch Reize veranlasst werden, die nicht aus dem Blute stammen, überhaupt ihrem Ursprunge nach immateriell sind, wie Thränenabsonderung in Folge von Gemüthsaffectionen. Analog der Absonderung hätten wir nun auch bei der Ernährung oder der Wiedererzeugung der einzelnen Organtheile anzunehmen, dass diese durch eine Kraft der Organtheile selbst zu Stande kommt, allein hierzu eines Antriebs von Seiten des Nervensystems bedarf, und dass dieser Nerveneinfluss selbst wieder veranlasst wird durch Producte, die mit der beständigen Zersetzung und Rückbildung der Organtheile verbunden sind. Ist der geschilderte Hergang bei der Ernährung und Absonderung noch nicht bewiesen, so ist er dagegen bei der Bewegung ziemlich ausgemacht. Alle Physiologen stimmen darin überein, dass die Fähigkeit, sich

zusammenzuziehen, eine den Muskeln an und für sich zukommende und nicht etwa durch die Nerven ertheilte Eigenschaft sei, mithin der Einfluss der Nerven auf die Muskeln sich zu deren Thätigkeit nur als Reiz verhält. Indessen glaubten Haller und manche Andere, dass die Muskelthätigkeit nicht durch den reizenden Einfluss der Nerven, sondern auch durch andere die Muskeln unmittelbar treffende Reize hervorgerufen werden könnte. Die neuere Physiologie hat jedoch diese Ansicht verworfen und gelehrt, dass alle auch auf die Muskeln unmittelbar angewandten Reize zunächst doch nur die darin verbreiteten Nerven treffen. Die Gründe, worauf sich diese Behauptung stützt, sind nach J. Müller folgende:

1) Die Reize, welche, auf die Muskeln selbst angewandt, ihre Bewegung veranlassen, sind dieselben, wie diejenigen, welche, auf die Nerven angewandt, die Muskeln zur Contraction erregen.

2) Stoffe, welche den Muskeln ihre Reizbarkeit nehmen, tilgen sie auch in den Nerven.

3) Nach einer Hinwegnahme der Nerven bis auf ihre feinsten Zweige hört die Thätigkeit der Muskeln, in denen sie verbreitet waren, auf.

4) Heftige elektrische Schläge, welche die Nerven allein treffen, sollen die Contractionsfähigkeit der entsprechenden Muskeln aufheben.

5) Die Reizbarkeit der Muskeln erlischt nach längerer Lähmung ihrer durchschnittenen Nerven.

Die Art, wie Nerven bestimmt werden, auf Muskeln zu wirken, ist entweder willkürlich oder unwillkürlich. Bei

den Nerven für die unwillkürlichen Bewegungen hat man neuerdings zur Aufnahme gewisser Reize besondere Fasern angenommen. Diese sollen zunächst die Statt gefundene Reizung bis zu einem Nervencentrum (kleines Gehirn, verlängertes Mark, Rückenmark, Ganglien) fortleiten, worauf dann von diesem Nervencentrum aus als Gegenwirkung der Impuls zu gewissen Bewegungen vermittelst anderer Nervenfasern erfolge. Jene Nervenfasern nennt man *nervi excito-motorii*, diese *nervi reflecto-motorii* und die so zu Stande gekommene Bewegung *motus reflexus*. M. Hall, der als der Begründer dieser Ansicht anzusehen ist, obwohl J. Müller mit ihm concurrirt, nennt die reflectirte Bewegung auch eine excentrische, insofern die dabei mitwirkenden Nervencentren durch Ursachen in Thätigkeit gesetzt werden, die ihrer Einwirkungsstelle nach stets excentrisch, d. h. fern von den nervösen Centren sind. Der excentrischen Bewegung entgegen steht die centrische, bei der die Einwirkung auf die Bewegungsnerven nicht nur durch einen Centraltheil des Nervensystems geschieht, sondern auch der Reiz dazu in diesem selbst entspringt, wie bei der willkürlichen Bewegung, wo der Wille von seiner Ursprungsstelle aus, dem Gehirn, direct die Bewegungsnerven in Thätigkeit setzt. Andere Physiologen haben bei den reflectirten Bewegungen keine besonderen Nervenfasern angenommen, sondern lassen die Aufnahme des Reizes und Fortleitung desselben zu einem Nervencentrum durch Empfindungsnerven geschehen. Da Empfinden und Bewusstwerden aber nicht zu trennen sind, und wir uns bei der reflectirten Bewegung nur dann einer Empfin-

dung bewusst werden, wenn die Stelle, wo die Reizung Statt fand, nicht wohl gereizt werden konnte, ohne zugleich unsere Empfindung in Anspruch zu nehmen, so müssen wir den Empfindungsnerven entweder neben der Fähigkeit, zu empfinden, noch eine besondere Kraft zuschreiben, oder besondere Fasern für die Reflexion annehmen. Zu den reflectirten Bewegungen rechnet man neuerdings alle unwillkürlichen, wie: das Schliessen der Augenlider nach einer Berührung ihrer Ränder, das Schlingen auf den Reiz des Bissens, die Bewegungen des Verdauungskanals auf den Reiz der Nahrung, den Stuhlgang auf den Reiz der Excremente, den Harnabgang durch den Reiz des angehäuften Harns, ferner gehört hierher die Erection des Penis und die Contraction der Pupille, die Athembewegungen, die Herzbewegungen, die Bewegung des Uterus, so wie mehrere pathologische Vorgänge, als: Erbrechen, Tenesmus, Sterangurie, Husten, Niesen, Schluchzen, gewisse Formen von Asthma, Epilepsie u. s. w. Endlich gehört hierher auch noch der Zustand von beständiger Contraction, in dem sich alle Muskeln während des Lebens befinden, der sogenannte Tonus, wodurch das Gesicht seinen Ausdruck, der Körper und dessen Glieder ihre eigne Form und Haltung bekommen, wodurch die Stimmritze sich in geöffnetem und die Sphincteren in geschlossenem Zustand erhalten. — Die Erscheinungen des Tonus wurden bisher nicht hierhin gerechnet. Man begnügte sich, den Tonus von einem immerwährenden Einflusse des Rückenmarks abzuleiten, ohne die Entstehung dieses Einflusses jedoch zu begründen. Da alle organische Materie sich jedoch nur auf

Reize thätig zeigt, wie wir gleich anfangs bemerkten, so muss sich auch für diese Thätigkeit des Rückenmarks eine Veranlassung finden lassen. Und zwar muss, der Wirkung nach zu urtheilen, diese Veranlassung weder in einem vorübergehenden, noch in einem heftigen Reiz bestehen, denn im ersten Falle würde die Beständigkeit des Tonus aufhören, und im zweiten Falle würde sich derselbe zum Krampf steigern. Nun entdeckte schon Humboldt, dass man in sehr reizbaren Froschschenkeln Zuckungen erregen kann, wenn man nur zwischen den herauspräparirten Nerven und seinen Muskel ein getrenntes Stück Muskelfleisch einschiebt, welches beide berührt, und J. Müller hat dieses bestätigt. Da nun im lebenden Körper für einen Muskel und einen Nerv, die zu einander gehören, in der Mehrzahl der Fälle, wo nicht immer, sich ein anderer Muskel finden lässt, der beide berührt, mithin sich jenem eingeschobenen Muskelzustand analog verhält, so könnte man auf die Vermuthung gerathen, dass auch im lebenden Körper durch diesen Contact eine galvanische Spannung gebildet wird, deren Reiz den Tonus hervorruft. In diesem Falle wäre jedoch ein Einfluss des Rückenmarks etwas Unnöthiges. Allein dass der Impuls zum Tonus vom Rückenmark ausgeht, und nicht in einer blos örtlichen Reizung der Nerven seinen Grund hat, beweisen die Versuche von M. Hall, nach welchen mit Zerstörung des Rückenmarks alle Muskeln stets vollkommen erschlafften und nicht mehr die geringste Spannung zeigten. Es lässt sich also der Tonus auf obige Weise nicht genügend erklären. Jedenfalls dürften wir aber nach Humboldt's Versuchen berechtigt seyn,

zwischen Nerv und Muskel ein gewisses polarisches Verhältniss anzunehmen. Denn Humboldt sah selbst dann bisweilen kleine Zuckungen entstehen, wenn der Nerv mit seinem frei präparirten Ende gegen den organisch noch mit ihm verbundenen Muskel umgebogen und damit in Berührung gebracht wurde. Es lässt sich also nicht leugnen, dass durch blosse Berührung von Nerv und Muskel ein galvanischer Reiz erzeugt werden kann. Wir sind daher der Meinung, dass, wenn zu jener ununterbrochenen Thätigkeit der Muskeln, welche man Tonus genannt hat, der Einfluss des Rückenmarks unumgänglich nöthig erscheint, dieses selbst dazu durch excitomotorische Nerven bestimmt werde, und dass diese wieder durch Contact mit Muskeln einen beständigen und vielfältigen galvanischen Reiz erfahren; kurz, dass der Tonus eine reflectirte Bewegung ist, deren excentrischer Reiz durch Contact sich polarisch entgegengesetzter Nerven und Muskeln entsteht. — Wir haben oben unter Tonus auch die beständige Contraction der Sphincteren aufgeführt. Da diese Contraction auf den ersten Blick als etwas mehr erscheinen dürfte, so bleibt uns übrig, darauf aufmerksam zu machen, dass diese Muskeln keine Antagonisten haben, und dass wir auch bei den antagonistisch angelegten Muskeln eine ähnliche Wirkung hervortreten sehen, wenn die eine Partie gelähmt ist. So findet z. B. eine beständige und ziemlich beträchtliche Verzerrung des Gesichts nach einer Seite Statt, sobald die andere gelähmt ist. —

In Bezug auf die unter dem Einfluss des Sympathicus stehenden Bewegungen ist noch ein Umstand zu beleuchten,

der die von uns vorgetragene Ansicht, dass alle organische Thätigkeit nur auf Reize erfolge, gewissermassen zu widerlegen scheint. Wir beobachten nämlich, dass die vom Sympathicus abhängigen Bewegungen den angewandten Reiz zu überdauern scheinen. Reizt man z. B. ein Stück Darmkanal, so entsteht nicht etwa blos eine Bewegung an der gereizten Stelle, sondern ein ganzer Cyclus von Bewegungen; reizt man das Herz, so ziehen sich nicht nur die Vorhöfe, sondern auch die Ventrikel zusammen. Es scheint also hier fast, als wenn die Bewegung, einmal veranlasst, selbstständig fortdauere, oder als wenn durch den Reiz ein Hinderniss der Bewegung entfernt worden wäre. Dieses ist jedoch nicht der Fall, sondern erklärt sich richtiger daraus, dass hier, wie überall im organischen Leben, die Wirkung wieder zur Ursache wird, und zwar in einer durch die Organisation bedingten gesetzmässigen Ordnung. Ist im Darmcanal einmal an einer Stelle eine Bewegung erregt, so veranlasst sie selbst wieder einen Reiz für die Nerven der nächsten Muskelfasern, entweder direct oder mit Reflex, und die darauf entstehende neue Bewegung dient wieder als Reiz zu einer folgenden u. s. w., bis ein bestimmter Cyclus von Bewegungen, gleich denen in einem Uhrwerk, abgelaufen ist. Die hierbei Statt findende Gesetzmässigkeit kann sich jedoch verkehren, wenn sich die Ordnung und die Art, in welcher die Bewegungsreize wirken, verändert, was entweder in einer Veränderung des beweglichen Organs oder des Nervensystems liegen kann.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, sei es uns noch erlaubt, eine Bemerkung über das Zustandekommen der

willkürlichen oder centrischen Bewegung zu machen. Der Wille muss hierbei ähnlich wirken, wie die erregten excito-motorischen Nervenfasern. J. Müller äussert sich über die Wirkung des Willens in folgender Weise: „Da die Primitivfasern aller willkürlichen Nerven", sagt er, „im Gehirn zuletzt sammt und sonders explicirt werden, um dem Einflusse der Gedankenbestimmung unterworfen zu werden, so kann man sich die neben einander im Gehirn zum Vorschein kommenden Anfänge aller Nervenfasern willkürlicher Nerven, gleichsam wie die Tasten eines Claviers vorstellen, welche der Gedanke anschlägt, indem er (centrifugale) Schwingungen des Nervenprincips in einer gewissen Anzahl Primitivfasern, und dadurch Bewegung veranlasst. Dieser Vergleich hat in der That den Vortheil einer grossen Anschaulichkeit, nur schade, dass dabei die Gedanken zu wollenden Materien gemacht werden. Wir müssen gestehen, dass wir uns von der Art und Weise, wie der Wille im Stande ist, auf die Nerven einen Reiz auszuüben, durchaus keine Vorstellung machen können." —

Wir hätten somit in den wesentlichsten und allgemeinsten Lebensäusserungen, wie in der Ernährung, Absonderung und Bewegung Vorgänge kennen gelernt, welche uns zu beweisen scheinen, dass Erregbarkeit der organischen Materie überhaupt und an und für sich zukommt, welche zeigen, dass jede lebendige Materie Kräfte besitzt, die ihr vermöge ihres eigenthümlichen Daseyns zukommen, und nicht etwa erst durch einen anderen Körper ertheilt werden, sei dieser auch in ihr so verbreitet, wie das Nervensystem. Wir haben es ferner höchst wahrscheinlich gefunden, dass

die Thätigkeit des Nervensystems für die Thätigkeit der anderen Organe als Reiz wirkt, und zwar als einziger und darum nothwendiger, und da demnach eine Wirkung der Nerven der eines jeden anderen Organs vorausgehen muss, so haben wir die Erregbarkeit der Nerven die primäre, die der anderen Organe aber die secundäre genannt. Indem aber die Thätigkeit aller anderen Organe nur durch den reizenden Einfluss eines einzigen Organs, wie des Nervensystems, hervorgerufen werden kann, treten sie zu diesem in ein gewisses abhängiges Verhältniss, und so kommt in die Mannigfaltigkeit des Organismus eine Einheit und Ordnung, die ohne das nicht wohl denkbar wäre. Man kann in dieser Beziehung den Organismus einem wohleingerichteten monarchischen Staate vergleichen. Das Nervensystem ist die regierende Macht, die ihren Einfluss überall hin erstreckt, und, je nachdem es die Umstände erheischen, bald an diesem, bald an jenem Orte zur Thätigkeit auffordert, sich der Art und dem Grade nach zwar in verschiedene Zweige spaltet, aber nichtsdestoweniger ein gemeinschaftliches Centrum hat. Wie es aber in unserem Organismus eine Macht gibt, die ihren Einfluss überall hin erstreckt, so gibt es auch eine Materie, die überall dabei verwendet werden kann, d. i. das Blut, welches man in dieser Hinsicht dem Gelde in einem Staate vergleichen kann. Es cursirt überall, Alles lässt sich daraus machen und Alles wieder darin umsetzen. Ist es abgenutzt, so wird es umgeprägt und von Neuem in Circulation gesetzt. Alle Organe des Staatskörpers empfangen Geld zu ihrem Unterhalt, und tragen direct oder indirect zum Einkommen desselben wieder bei. —

Wenn wir nach dem bisher Mitgetheilten dennoch zweifelhaft wären, ob Erregbarkeit der organischen Materie überhaupt und an und für sich zukomme, so finden wir endlich in der ersten Entwickelung des organischen Lebens, im Keim einen Vorgang, der jeden Zweifel zu beseitigen scheint. Erregbarkeit ist im unorganisirten Keim *schon* vorhanden, und zeigt sich hier als die erste und *allgemeinste* Eigenschaft des Lebens. Während der Keim noch aus einer gleichartigen Materie besteht, hat er doch schon die Eigenschaft, auf gewisse äussere Reize Veränderungen einzugehen, welche den Anfang jener ununterbrochenen Kette von Lebensäusserungen bilden, unter denen sich die ihm eingeborene Idee verwirklicht. Zuerst zeigen sich an dem Keime Veränderungen, die ganz allgemein sind, sich nur auf ihn selbst beziehen, und welche gleichsam die Entwickelung des Embryo nur einleiten und vorbereiten. Dann aber beginnt alsbald eine Veränderung im Besonderen. Wir bemerken im serösen Blatt gewisse Stellen, welche zunächst durch den reizenden Einfluss der Aussenwelt in Thätigkeit versetzt werden, und so offenbart sich die primäre Erregbarkeit. Die erste Thätigkeitsentwickelung im Keim an einem Puncte veranlasst aber auch sogleich einen Reiz für die Thätigkeit anderer Puncte, so dass mit der primären Erregbarkeit sich sogleich auch die secundäre manifestirt. Damit im Einklange finden wir bei fortgeschrittener Entwickelung das immer gleichzeitige Fehlen einzelner Organe mit ihren Nerven. Entwickelt sich nämlich, gleichviel aus welcher Ursache, die primäre Erregbarkeit an irgend einer Stelle

nicht, so fehlt auch an einer entsprechenden anderen Stelle der Reiz zur Entwickelung secundärer Erregbarkeit. Und da nun alle Organe sich überhaupt nur dadurch bilden, dass die ihnen zu Grunde liegende Kraft sich äussert, und selbst schon gebildete Organe wieder schwinden, wenn sie nicht mehr zur Thätigkeit veranlasst werden, so ist einleuchtend, warum in dem gegebenen Falle in doppelter Hinsicht eine Entwickelung nicht zu Stande kommt. Wenn wir bis jetzt bei den Pflanzen kein Nervensystem entdecken konnten, und wenn sich das, was Brachet dafür gehalten hat, als irrthümlich herausstellt, so wird sich jedoch schwerlich bei ihnen das Vorhandenseyn von primärer und secundärer Erregbarkeit in dem von uns aufgestellten Sinne leugnen lassen, d. h. es wird nicht in Abrede gestellt werden können, dass es in den Pflanzen Theile gibt, welche zunächst von den durch die Einflüsse der Aussenwelt bewirkten materiellen Veränderungen erregt, wieder erregend auf andere Theile wirken. Wenn wir aber bei den Pflanzen bis jetzt kein in der Weise verbreitetes Organ, wie das Nervensystem bei den Thieren, entdecken konnten, so hat dieses seinen guten Grund darin, dass eine erwachsene Pflanze gar nicht mehr aus einem einzigen Individuum besteht, sondern, wie Darvin sagt, aus einem System von Individuen, oder aus einem Multiplum des jugendlichen Individuums, so dass die Mitglieder dieses Multiplums daher auch ebensowohl getrennt für sich fortleben können, als eine zu einem einzigen Ganzen vereinigte Gesellschaft mit gegenseitiger Einwirkung auf einander bilden können, und es verhält sich in dieser Bezie-

hung der Pflanzenorganismus zum Thierorganismus gleichsam wie eine Republik zu einer Monarchie. —

Nachdem wir nun darzuthun versucht haben, dass jedes Organ sein eigenthümliches Wirkungsvermögen hat, nachdem wir den Hergang bei der Absonderung, Ernährung und Bewegung beleuchtet haben und zu der Ansicht gelangten, dass die Nerventhätigkeit hierbei nur als Reiz wirke, bleibt uns nun noch übrig, über die Nerventhätigkeit selbst und über das, was sich für diese als Reiz verhält, Einiges hinzuzufügen. Was das Wirkungsvermögen der Nerven betrifft, so kann dieses unstreitig nicht minder selbstständig seyn, als das Wirkungsvermögen in anderen Organen, wie Muskeln, Drüsen u. s. w., und eben so wenig wie ein Nerv seine Thätigkeit an ein anderes Organ übertragen kann, eben so wenig dürfen wir annehmen, dass einem Nerven von einer anderen Seite her eine Thätigkeit verliehen werden könne. Nichtsdestoweniger scheint es, als schrieben manche Physiologen den Nerven neben einer eigenen selbstständigen Wirksamkeit noch eine andere, mitgetheilte, zu. Sehr häufig wird wenigstens bei den Nerven von der Fortleitung einer Statt gefundenen Reizung gesprochen. Hierbei konnte man sich die Nerven unstreitig ganz passiv denken, etwa wie das in elastische Röhren eingeschlossene Blut, welches den durch die Zusammenziehung des Herzens bewirkten Druck auch nach physikalischen Gesetzen durch seine ganze Continuität fortleitet. Jedenfalls ist der Ausdruck „fortgeleitete Reizung" bei den Nerven ein unrichtiger. Die auf die Einwirkung eines Reizes erfolgende Gegenwirkung kann wohl mehr

oder weniger ausgedehnt seyn, oder auch wieder für andere Theile zum Reize werden, allein die Reizung selbst bleibt immer örtlich. Hr. Dr. Stilling (in seinem Werke über Spinalirritation) vergleicht geradezu die sensiblen und motorischen Nerven mit zwei Reihen Stäbe, die in einem gemeinschaftlichen Centrum, dem Rückenmark, zusammentreffen, und sucht so anschaulich zu machen: einmal, wie in den Nervenenden erregte Schwingungen sich nach dem Centrum und in dem Centrum erregte Schwingungen sich nach den Nervenenden fortpflanzen müssen; zweitens sucht er damit zu zeigen, wie Schwingungen, die in der Reihe sensibler Stäbe erregt wurden, sich zwar zunächst auf das Centrum, von da aber auch auf die Reihe der motorischen Nervenstäbe fortpflanzen müssen. Der genannte Verfasser glaubt hiermit ein grosses, aber im Ganzen richtiges Bild von dem Leben des Rückenmarks gegeben zu haben. Hiermit wird jedoch höchstens ein anatomisches Bild des Rückenmarks und seiner Nerven gegeben, aber keineswegs ein Bild von seinem Leben. Abgesehen davon, dass die Nerven vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften zu nichts weniger als zur Fortleitung von Schwingungen sehr geeignet sind, und selbst, wenn sie es wären, man nicht einsieht, wie sich dieselben, den Wirkungen der Nerven entsprechend, isoliren könnten, so werden dadurch auch von den Wirkungen der Nerven und des Rückenmarks ganz falsche Vorstellungen erzeugt. Weder Nerven, noch Rückenmark können Eindrücke fortleiten, denn wenn dieses der Fall wäre, so könnten nicht die verschiedenartigsten Eindrücke der Art

nach dieselben Folgen haben, auch steht das Rückenmark, so wie jedes andere Nervencentrum, keineswegs als ein indifferentes Bindeglied zwischen motorischen und sensiblen Nerven, sondern hat eine selbstständige Wirksamkeit. Gerade in dem Nervensystem, wo das organische Leben auf der höchsten Stufe der Entwickelung ist, darf man am wenigsten an einen passiven Zustand denken. Alle Lebensäusserungen sind hier noch viel augenscheinlicher als sonst wo die Entfaltung einer eigenen Kraft, wozu die betreffenden Theile vermöge ihrer Natur befähigt sind, und welche durch die Art des Reizes nur quantitativ näher bestimmt wird. So hat z. B. der Hörnerv die Fähigkeit, uns Tonempfindung zu verursachen. Auf alle Reize, welche den Gehörnerven treffen, entstehen Tonempfindungen. Bei stärkeren Reizen, d. h. bei der Einwirkung einer grösseren Anzahl Schallwellen in einer gegebenen Zeit, bilden sich höhere Töne, und bei schwächeren Reizen, d. h. bei der Einwirkung von weniger Schallwellen in derselben Zeit, bilden sich tiefere Töne. Ebenso verhält es sich mit dem Sehnerven. Der Sehnerv hat die Kraft, Licht zu bilden. Je nachdem nun diese Kraft verschieden stark erregt wird, sei es gleichmässig auf allen Puncten der Retina oder auf verschiedenen Puncten derselben verschieden, gelangen auch verschiedene Modificationen des Lichts als Farben zu unserem Bewusstseyn. Die Einwirkung von weniger Lichtwellen in einer gegebenen Zeit erzeugt Roth, von mehr Lichtwellen Violett, und dazwischen liegen Orange, Gelb, Grün und Blau u. s. w. Die Thätigkeit der Nerven wird durch die Art des Reizes also immer nur quantitativ näher

bestimmt, und es gibt daher auch keine Art von durch äussere Reize erregter Nerventhätigkeit, welche nicht auch durch innere Reize hervorgerufen werden könnte, und die Qualität der Reize kommt nur in sofern in Betracht, als damit zugleich eine quantitativ verschiedene Einwirkung gegeben ist. So ist es z. B. für einen Bewegungsnerven ganz gleichgültig, ob wir ihn chemisch oder mechanisch reizen, wenn er auf die eine Art eben so stark gereizt wird, wie auf die andere. —

Bei dieser Betrachtung über das Wirkungsvermögen der Nerven, und bei ihrem schon oben besprochenen Verhältnisse zu den übrigen Organen hat sich uns zugleich eine andere Eintheilung derselben, als die bisher übliche, aufgedrängt, und wir nehmen keinen Anstand, dieselbe hier mitzutheilen. Nach unserem Dafürhalten nämlich zerfallen die Nerven in folgende drei Arten:

1) Bewegungsnerven,
2) Erregungsnerven,
3) Sinnesnerven.

I. Bewegungsnerven.

Da alle an der organischen Materie sich zeigende Wirkung sich auf eine Veränderung oder Bewegung derselben zurückführen lässt, die Beweglichkeit der organischen Materie aber sich auf eine dreifache Art äussern kann: die organischen Molecüle nämlich entweder 1) ihr inneres Verhältniss zu einander, oder 2) ihre Grenzen oder 3) ihren Ort verändern können, und wir demnach an ihnen

erstens **Mischungsveränderung**, d. i. Bewegung in Bezug aufs Innere,

zweitens **Formveränderung**, d. i. Bewegung in Bezug aufs Aeussere, und

drittens **Ortsveränderung**, d. i. Bewegung des Ganzen von seiner Ruhestätte

beobachten, so können unsere Organe durch den reizenden Einfluss der Nerven auch nur entweder zu Mischungsveränderungen oder zu Formveränderungen oder zu Ortsveränderungen bewegt werden, und wir können demnach die Nerven, welche unsere Organe bestimmen, eine von den genannten Veränderungen auszuführen, mit dem gemeinschaftlichen Namen **Bewegungsnerven** belegen. Wir verstehen demnach unter Bewegungsnerven nicht nur, was man bisher so nannte, sondern auch noch die sogenannten organischen oder vegetativen Nerven. Alle Bewegungsnerven wirken centrifugal. Die Bewegungsnerven zerfallen wieden in:

A. **Willkürliche Bewegungsnerven.**

Bei diesen veranlasst der Wille ihre Thätigkeit, und es geht demnach der Antrieb dazu von einem Nervencentrum, dem Gehirn, aus, ist also **centrisch**. Sie bewirken nur Ortsveränderungen.

B. **Unwillkürliche Bewegungsnerven.**

Die Thätigkeit dieser ist immer eine **reflectirte***),

*) Dass auch die Wirkung der Nerven bei der Absonderung eine reflectirte sei, kann nicht wohl in Abrede gestellt werden, sobald man zugibt, dass die Nerven hierbei überhaupt thätig sind, und dass ihre Thätigkeit zunächst durch die Beschaffen-

den Antrieb dazu vermittelt zwar auch ein Nervencentrum (*gangl. med. spin. med. oblong.*), allein erst nachdem es

heit des Bluts veranlasst wird. Enthält nämlich das Blut Stoffe, welche die hierbei thätigen Nerven erregen, so wird man zugeben, dass diese erst im Capillargefässnetz zur Wirkung kommen, denn an anderen Stellen sind die Gefässwände nicht dünn genug, um sich eine Wirkung vom Blut auf die Nerven denken zu können. Aus ähnlichem Grunde muss man aber auch zugeben, dass nur die feinsten Nervenschlingen, d. h. die Nervenenden, vom Blut aus eine Wirkung erfahren, da jeder Nervenstamm, seiner stärkeren Scheide wegen, hierzu weniger geeignet scheint. Ausserdem aber wäre es gegen alle Analogie, zu glauben, dass ein Nerv im Organismus bestimmt sei, an anderen Stellen, als an seinen Enden, Wirkungen aufzunehmen oder zu äussern. Wir wissen von den willkürlichen Bewegungsnerven, dass nur von ihrem centralen Ende her der Wille sie in Thätigkeit setzt, und dass sie nur mit ihrem peripherischen Ende wieder auf die Muskeln einwirken. Auch bei den Sinnesnerven sind nur die Enden bestimmt, Einwirkungen zu erfahren und Gegenwirkungen zu äussern. Man kann zwar auch Empfindungen oder Bewegungen erregen, wenn man einen Nerven in seinem Verlaufe reizt, allein dass auf diese Art normaler Weise Empfindungen oder Bewegungen erregt würden, liegt nicht im Gange der Natur, und kann deswegen nicht Statt finden, weil, wenn die Nerven in ihrem Verlauf eben so leicht erregt würden, als an ihren Enden, wir nicht nur eine Menge ganz unbeabsichtigter Bewegungen machen, sondern auch jeden Augenblick Empfindungen an Stellen verlegen würden, die dem Ort der Einwirkung nicht entsprächen, und mithin der Hauptzweck des ganzen Organismus, die Selbsterhaltung, bei Weitem nicht in dem Grade, wie es wirklich der Fall ist, verwirklicht werden könnte. Man wird daher zugeben, dass im Blut enthaltene Stoffe, wenn sie auf die Nerven wirken, naturgemäss nur deren peripherische Ausbreitungen treffen. Sollen nun innerhalb einer Drüse an ihren peripherischen Ausbreitungen er-

selbst excentrisch dazu angeregt worden ist. (Versuche.) Die Wirkung dieser Nerven bezieht sich nicht nur auf Ortsveränderungen, sondern auch auf Form und Mischungsveränderungen.

II. Erregungsnerven.

So nennen wir diejenigen Nerven, deren Thätigkeit gleichsam in einer Erregung schlechthin, einer reinen Aeusserung ihres Daseyns besteht. Sie wirken immer centripetal. Wir unterscheiden an ihnen, den Bewegungsnerven entsprechend, da sie mit diesen in einem nahen Verhältnisse stehen, zwei Arten:

A. Bewusste Erregungsnerven.

Bei diesen gelangt die Erregung zum Bewusstseyn der Seele, und so entsteht das Gefühl, das Innewerden

regte Nerven wieder auf die Drüsen wirken, so kann das nicht durch den Stamm geschehen, in den sich die peripherischen Enden fortsetzen, denn der Stamm nimmt, wie gesagt, naturgemäss weder Einwirkungen auf, noch gibt er welche ab, sondern entweder müssen wir annehmen, dass die Nerven der Drüse umbiegen und ihr anderes Ende der Drüse ebenfalls zuwenden, um durch dieses auf sie einzuwirken, wozu es bis jetzt aber an allen Beweisen fehlt, oder wir müssen annehmen, dass die in einer Drüse peripherisch erregte Nervenfaser an einem gewissen Puncte vermittelst besonderer Gebilde auf eine entsprechende andere Nervenfaser einwirkt, und dass das peripherische Ende dieser dann wieder auf diese Drüse wirkt. Wenn daher die Absonderung unter dem Einflusse des Nervensystems steht, dieses selbst aber hierbei vom Blut aus erregt wird, so muss die Wirkung der Nerven auf die Drüsen eine reflectirte seyn.

unseres Körpers an irgend einer Stelle, von wo die Erregung ausging. Wie der Gedanke uns vom geistigen Daseyn überhaupt Kunde gibt, so überzeugt uns das Gefühl vom leiblichen Daseyn, von dem Gegensatz unseres Körpers zur Aussenwelt und den Differenzen in ihm selbst. — Wir bezeichnen Alles das mit dem Namen „Körper", was einen Raum einnimmt, es kann aber Nichts einen Raum einnehmen, ohne sich in einem bestimmten Zustande von Expansion zu befinden, und dieser wird von uns als Wärme empfunden. Wir werden daher durch die bewussten Erregungsnerven nicht nur des räumlichen Daseyns unseres Körpers überhaupt inne, sondern auch des Zustandes seiner Expansion oder seiner Wärme. Die Gefühle steigern sich zum Schmerz bei einer Beschränkung des Daseyns und zur Lust bei vollkommener Freiheit desselben. Vom Nachlassen des Schmerzes fangen die angenehmen Gefühle an und vom Nachlassen der Lust die unangenehmen. Die Gefühle treiben die Seele zu Handlungen, die der Art der Gefühle und dadurch der Erhaltung des Ganzen entsprechen, insofern nicht nur die mit der Freiheit des Daseyns verbundenen Gefühle des Wohlbehagens uns antreiben, diesen Zustand zu erhalten, sondern auch die mit einer Beschränkung des Lebens verknüpften Schmerzen, und nöthigen diese bald möglichst sich wieder zu entfernen. Obgleich wir durch das Gefühl nur unseren eigenen Körper inne werden, so dient das Gefühl doch auch zur Erkenntniss anderer Körper, indem wir nämlich solche als die Ursache der fühlbaren Erregung setzen und von letzterer auf sie zurückschliessen.

B. Unbewusste Erregungsnerven.

Hier gelangt die Erregung nicht zum Bewusstseyn der Seele, nur das leibliche Leben wird ihrer in irgend einem Nervencentrum inne. Zum Bewusstwerden des Gefühls gibt es für die Seele nur ein Nervencentrum, das Gehirn, dagegen hat das leibliche Leben zum Innewerden der Erregungen eine Menge Nervencentra, wie die Ganglien, Rückenmark und verlängertes Mark. Wird die Seele schon durch die Gefühle zu Handlungen bestimmt, welche die Erhaltung des Ganzen bezwecken, so wirkt hier die Erregung geradezu als Trieb zur Einleitung aller organischen Functionen, und wie sich die Seele der willkürlichen Bewegungsnerven bedient zur Vollziehung der durch die Gefühle in ihr veranlassten Handlungen, so bedient sich das leibliche Leben der unwillkürlichen Bewegungsnerven zur Einleitung der Functionen, wozu es durch die verschiedenen Erregungen bestimmt wurde.

III. Sinnesnerven.

Die Thätigkeit dieser Nerven besteht weder in einem blossen Reiz auf ein anderes Organ, wie bei den Bewegungsnerven, noch bezieht sie sich blos auf ihr eigenes Daseyn, wie bei den Erregungsnerven, sondern ist eine ganz eigenthümliche. Es gehören hierher: der Sehnerv, der Gehörnerv, der Geruchsnerv und Geschmacksnerv. Mit den Gefühlsnerven haben die Sinnesnerven nur das gemeinschaftlich, dass beide auf unser Bewusstseyn wirken. Während wir aber durch die Gefühlsnerven vorzugsweise nur von unserem eigenen Daseyn Kunde erhal-

ten, werden durch die Sinnesnerven Vorstellungen von der Aussenwelt in uns erzeugt. Die Sinnesnerven unterscheiden sich ferner von den Gefühlsnerven durch ihren Verlauf und ihre anatomische Beschaffenheit. Sie befinden sich nur am Kopf und ihre Primitivfasern bleiben stets beisammen, d. h. zerstreuen sich nicht, um sich an anderen Stellen anders geordnet wieder zu vereinigen. Alle laufen zu einem besonderen Organe, das zur Entwickelung ihrer eigenthümlichen Thätigkeit, d. h. zur Aufnahme der ihnen entsprechenden Reize besonders eingerichtet ist. Erst hier breiten sich ihre Primitivfasern aus. — Da die Thätigkeit der Sinnesnerven nicht in einer blossen Aeusserung ihres Daseyns besteht, so kann sie auch nicht durch jeden fremden Körper hervorgerufen werden. Es gibt keinen Körper, der nicht gefühlt*) wird, aber es gibt unsichtbare, unhörbare, geruch- und geschmacklose Körper.

Es bleibt uns nun noch übrig, die Reizbarkeit der Nerven und das, was sich für dieselben als Reiz verhält, etwas näher zu erörtern. Während nach unserer Ansicht das Nervensystem für alle anderen Organe den Impuls zur Thätigkeit gibt, und diese durch nichts Anderes zur Thätigkeit veranlasst werden können, gibt es dagegen für die Nerven selbst eine unzählbare Menge von Reizen. Es gibt

*) Wenn wir manche Körper, z. B. die Luft, nicht beständig fühlen, so kommt dieses daher, weil bei Eindrücken derselben Art, wenn sie dauern, die Reaction erlischt. Wir fühlen selbst unsere Kleidung nicht mehr überall, wenn wir uns anhaltend ruhig verhalten.

fast Nichts, was nicht auf den einen oder den anderen Nerven einen Einfluss auszuüben im Stande wäre, Alles aber, was für einen Nerven von Einfluss ist, verhält sich zu demselben auch als Reiz. So verschieden aber auch die Einflüsse seyn mögen, welche einen Nerven treffen können, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass die darauf folgende Gegenwirkung qualitativ immer dieselbe bleibt, da das, worauf die Einwirkung Statt fand, nur einerlei reizbare Kraft besitzt, und weil die verschiedensten Dinge eben nur in der gleichen Eigenschaft als Reize wirken. So äussern die Bewegungsnerven, wenn sie gereizt werden, der Art nach immer nur dieselben Wirkungen, gleichviel, ob unser Wille oder chemische oder mechanische oder elektrische Einwirkungen sie reizen. Ebenso ist es mit den Sinnesnerven, wenn Etwas auf sie wirkt, wirkt es stets in der gleichen Eigenschaft als Reiz. Daher kann auch ein und derselbe Reiz in verschiedenen Nerven verschiedene Thätigkeiten hervorrufen. So bewirkt z. B. die Elektricität in Bewegungsnerven Bewegung, in Gefühlsnerven Empfindung, in Sehnerven Lichtbilder, in Gehörnerven Töne, in Geruchsnerven Gerüche, in Geschmacksnerven Geschmacksempfindung. Dieses würde nicht seyn können, wenn das, was auf die Nerven wirkt, zu ihrer Thätigkeit sich anders als Reiz verhielte. Es ist hier nicht der Ort, darauf einzugehen, ob und wie alle Einflüsse sich bei jedem einzelnen Nerven als Reize geltend machen, doch wird es passend seyn, diejenigen Einflüsse etwas näher zu betrachten, welche man mit dem Namen „Lebensreize" bezeichnet, und deren Einfluss zur Erhaltung des Lebens unumgänglich nö-

thig ist. Die Lebensreize sind theils **äussere**, theils **innere.**

Aeussere Lebensreize.

Es gehören hierher: **Licht**, **Wärme**, **Elektricität**, **Luft**, **Wasser** und die **Nahrungsmittel.**

1) Licht.

Die Untersuchungen über den Einfluss des Lichts auf das Leben der organischen Körper sind leider noch sehr mangelhaft. Es ist indessen bekannt, dass das Licht auf sehr viele Materien zersetzend wirkt, indem es die Anziehung ihrer Elemente verändert. So wirkt das Licht desoxydirend auf manche Metallsalze, z. B. salpetersaures Silber. Auch müssen die meisten Chlorverbindungen dem Lichteinfluss entzogen bleiben, wenn sie sich nicht verändern sollen. So mag denn auch bei der organischen Materie das Licht Zersetzungen veranlassen, die für manche Functionen einen nicht unwichtigen Reiz enthalten. Sehr augenscheinlich ist der Einfluss des Lichts bei den Pflanzen. Dem Lichteinfluss entzogen verlieren dieselben ihre grüne Farbe, werden kraftlos und sterben ab, und wir wissen, dass nur unter dem Lichteinflusse die Pflanzen die eingeathmete Kohlensäure zersetzen, deren Kohlenstoff assimiliren und ihren Sauerstoff ausstossen. Weniger augenscheinlich ist dagegen der Lichteinfluss auf den thierischen Organismus. Sein Mangel soll scrophulös und rhachitisch machen, wirkt jedoch wohl nur insofern schädlich, als er andere Lebensbedingungen modificirt. Dass manche Thiere des Lichts gänzlich entbehren können, beweisen die Eingeweidewür-

mer. Wie der Lichtmangel schadet, so kann auch sein Ueberfluss schädlich werden, dafür spricht wenigstens die *encephalitis insolationis* und das *eccema solare*, deren Entstehung sich nicht aus der mit dem Licht verbundenen Wärme erklärt.

2) Wärme.

Die Wärme ist bekanntlich ein sehr mächtiges Mittel, sowohl um Stoffe mit einander zu verbinden, als um sie zu trennen. Auch die Löslichkeit vieler Körper ändert sich auffallend nach der Temperatur und alle Körper ändern je nach der Wärme, welche sie umgiebt oder sich in ihnen erzeugt, den Zustand ihrer Expansion. Die Wärme ist daher in ihren Wirkungen sowohl direct, als indirect ein mächtiges Reizmittel. Nur unter dem reizenden Einfluss einer gewissen Wärme kann sich der Keim entwickeln, und man kennt den grossen Einfluss der Wärme auf die Belebung gelähmter Theile, wenn andere Mittel fruchtlos sind. Kein Organismus kann daher einer gewissen Wärme entbehren, und Pflanzen und Thiere sind durch die Lebensverhältnisse ihrer Art und Gattung auf eine gewisse äussere Temperatur und daher auf eine gewisse geographische Verbreitung zu ihrem Gedeihen angewiesen. In dem Maasse jedoch, wie sich eine gewisse Temperatur für jeden Organismus als wohlthätig und nothwendig erweist, wirken grosse Kälte- und Wärmegrade vernichtend, so dass Tod oder Scheintod erfolgt. Sehr allmählige Zunahme der Wärme oder Kälte kann die Erregbarkeit latent machen, so dass Sommer- und Winterschlaf erfolgt. Edward's beobachtete, dass neu-

geborene warmblütige Thiere am meisten äussere Wärme nöthig haben, und ohne dieselbe nicht leben können, dagegen länger als Erwachsene, ohne zu athmen, unter Wasser zubringen können. Ihre Fähigkeit, unter Wasser auszudauern, nahm mit der Temperatur des Wassers von 0—30° zu, blieb von 20—30° stehen und nahm von 30—40° wieder ab.

3) Elektricität.

In wiefern die Elektricität ebenfalls zur Entwickelung der Lebensäusserungen nöthig ist, fehlt es noch durchaus an Untersuchungen. Indessen sind wir dem Einflusse von elektrischen Reizen fortwährend ausgesetzt, denn schon eine blosse Temperaturverschiedenheit reicht hin, um zwischen sonst gleichen Körpern eine elektrische Spannung hervorzurufen, auch wissen wir, dass Elektricität und Galvanismus Mittel sind, welche selbst die innigsten Verbindungen trennen können. So lässt bekanntlich Kalium, das eine so lebhafte Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, dass es sich selbst unter Wasser bei Feuer- und Lichtentwickelung damit verbindet, unter dem Einfluss einer galvanischen Batterie sich davon trennen. Auf unseren Körper angewandt, ruft die Elektricität sehr augenscheinliche Reactionen hervor, und wir dürfen wohl annehmen, dass die Elektricität der Aussenwelt, wenn auch unmerklich, in unserem Körper materielle Veränderungen veranlasst, welche vielleicht eben so wichtig sind, als der reizende Einfluss der Wärme. In neuester Zeit hat G. Crusell (Ueber den Galvanismus als chemisches Heilmittel gegen örtliche Krankheiten. Peters-

burg 1841) sehr interessante Thatsachen über den Einfluss des Galvanismus auf unseren Körper mitgetheilt. Nach ihm ist die Wirkung des positiven Pols oder die Anode der einen Säure analog, d. h. consolidirend, dagegen die Wirkung des negativen Pols oder die Cathode der eines Alkali analog, d. h. fluidisirend. So konnte er je nach der Anwendung der Anode oder Cathode in der Linse des Auges beliebig eine Trübung oder eine Wiederauflösung derselben hervorrufen. Auch Verhärtungen erweichten sich unter dem Einflusse der Cathode, worauf die Natur von selbst nach einiger Zeit ihre Integrität wieder herstellte.

4) Luft.

Der Einfluss der atmosphärischen Luft ist für das Leben eine so nothwendige Bedingung, dass kein lebender Organismus ohne Beeinträchtigung derselben entbehren kann. Insbesondere vermag das Leben der höheren Thiere ohne beständige Aufnahme von atmosphärischer Luft durch die Athmungswerkzeuge und ohne die damit verknüpften Veränderungen des Bluts nur sehr kurze Zeit zu bestehen. Selbst Eier sterben bekanntlich in irrespirabler Luft. Niedere Thiere dagegen, wie Amphibien und Insecten, können die atmosphärische Luft oft ziemlich lange entbehren. Der wesentlich athembare Bestandtheil der atmosphärischen Luft ist aber, wie wir wissen, der Sauerstoff. Vermöge ihres Sauerstoffgehalts bewirkt die Luft in unserem Körper höchst wichtige Veränderungen und dadurch den Reiz zu Functionen, die zur Erhaltung des Lebens

unerlässlich sind. Der Sauerstoff bewirkt nicht, wie man wohl hin und wieder hört, eine Belebung der mit ihm in Berührung kommenden Theile, sondern vielmehr eine Zersetzung. Aus den Untersuchungen von Liebig geht hervor, dass bei der Absorption von Sauerstoff durch wasserstoffreiche organische Substanzen, der aufgenommene Sauerstoff sich allmählig zum grössten Theil oder ganz und gar mit dem Wasserstoffe der betreffenden Materie verbindet. Indem aber der Wasserstoff aus seiner bisherigen Verbindung tritt und sich oxydirt, findet eine Umsetzung der übrigen Elemente Statt, als deren constantes Resultat in den meisten Fällen eine Ausscheidung von Kohlensäure erscheint. Die Elemente dieser Kohlensäure liefert in der Regel nur die sich zersetzende organische Materie, doch kann auch der hinzutretende Sauerstoff in manchen Fällen daran Antheil nehmen. Nun wissen wir, dass die organischen Materien, welche unseren Körper bilden, insbesondere das Blut, eine sehr wasser- und kohlenstoffreiche Substanz enthalten, das von Mulder sogenannte Protein. Es ist dieses der eigentliche organische Grundstoff von Albumin, Fibrin und Casein, und besteht aus 62 Wasserstoff, 40 Kohlenstoff, 10 Stickstoff und 12 Sauerstoff. Wir wissen ferner, dass der Sauerstoff der Atmosphäre beim Athmen vom Blut absorbirt, und dagegen Kohlensäure ausgeschieden wird. Diese Kohlensäure bildet sich nicht in den Lungen, noch überhaupt im arteriellen Blute, sondern im Capillargefässsystem, und scheint im venösen Blute höchst wahrscheinlich als kohlensaures Eisenoxydul in den Blutkörperchen

zu existiren. Wir dürfen daher annehmen, dass der vom arteriellen Blute absorbirte Sauerstoff, indem er sich mit dem Wasserstoffe des Proteins verbindet, eine Zersetzung veranlasst, von der die im venösen Blute erscheinende Kohlensäure ein constantes Resultat ist. Da sich aber eine solche Zersetzung nicht sogleich im Blute geltend macht, sondern erst bei seinem Uebergang aus den Arterien in die Venen, so muss im Capillargefässsystem noch ein Umstand hinzukommen, welcher fördernd darauf einwirkt. Dieser ist wohl kein anderer als die im Capillargefässsystem Statt findenden anderweitigen Veränderungen des Bluts. Indem das Blut durch das Capillargefässsystem strömt, werden von demselben eine Menge Stoffe theils abgegeben, theils aufgenommen, wie dieses die verschiedenen Absonderungen, die Ernährung so mannigfaltiger Organtheile und die Aufnahme neuer theils brauchbarer, theils unbrauchbarer Stoffe mit sich bringt, so dass die verschiedenartigsten Kräfte in dem Capillargefässsystem einen Tummelplatz für ihre Thätigkeit finden. Es muss daher der vom arteriellen Blute absorbirte Sauerstoff, sowie jede andere anorganische Einwirkung hier um so eher zur Wirksamkeit kommen können, und organische und anorganische Kräfte müssen hier in einem wundersamen Spiel einander gegenüber stehen. Höchst wahrscheinlich bildet sich bei dieser Gelegenheit als ein Product anorganischer Zersetzung ausser der Kohlensäure auch noch Harnstoff, Milchsäure, Ammonium, Choleinsäure und ähnliche Verbindungen. In wiefern diese Producte zur Einleitung gewisser organischer Functionen unentbehrliche Reize sind, ist noch nicht hin-

länglich bekannt. Nur von der Kohlensäure ist wohl als ausgemacht anzunehmen, dass sie als excentrischer Reiz für die Athembewegungen dient (Volkmann).

5) Wasser.

Mag dieses in die organischen Verbindungen als solches eingehen, oder mögen seine Elemente zu organischen Verbindungen beitragen, auch im ungebundenen Zustand ist es zur Aeusserung des Lebens durchaus nöthig. Denn das Wasser, selbst wenn es nicht reizend auf die Lebensäusserungen wirkt, ist doch in sofern eine nothwendige Lebensbedingung, als es eine Menge Stoffe, indem es sie auflöst oder durchdringt, in eine Form bringt, unter der sie sich erst wirksam zeigen oder eine Wirkung erfahren können. Die meisten chemischen Processe gehen ohne einen gewissen Grad von Flüssigkeit nicht von Statten. Fäulniss z. B. kann nicht nur durch vollkommene Trockenheit verhindert, sondern selbst, wenn sie schon begonnen hat, wieder aufgehoben werden. Es wird mithin nur bei Gegenwart von Wasser der Aussenwelt möglich, ihren zersetzenden Einfluss auf die Organismen auszuüben, wie es umgekehrt der organischen Welt ohne dasselbe nicht möglich ist, die der Aussenwelt entnommenen Stoffe organisch zu combiniren. Das Wasser ist daher, indem es die zum Leben nothwendigen Einwirkungen oder Gegenwirkungen möglich macht, ein eben so nothwendiger Umstand, wie diese selbst.

6) Nahrungsmittel.

Wie wir gesehen haben, wirken Licht, Wärme, Elek-

tricität, Luft und Wasser durch die Zersetzung, welche sie in der organischen Materie hervorrufen, oder möglich machen, reizend auf die organische Kraft, und alle Organisationen werden bei ihrem Entstehen mit Rücksicht auf diesen zersetzenden Einfluss geschaffen, so dass dieser Einfluss und der dadurch bewirkte Reiz eine wesentliche Bedingung der Lebenserscheinungen selbst wird. Das Leben würde jedoch bald aufhören, wenn es nicht Mittel gäbe, die neben einem solchen reizenden Einfluss ihm zugleich einen Stoff für seine bildende Thätigkeit darböten, und es ihm so möglich machten, sein materielles Substrat, so oft es anorganisch unter dem Einfluss der Aussenwelt, oder organisch durch seine eigene Thätigkeit zersetzt wird und verloren geht, wieder zu ergänzen. Solche Mittel sind die Nahrungsmittel, welche nicht nur Lebensäusserungen hervorrufen, sondern auch integrirend in die organische Combination selbst eingehen.

Als Nahrungsmittel für die Thiere dienen in der Regel nur Stoffe, welche bereits der organischen Welt angehören, während die Pflanzen in der Regel nur binär verbundene Stoffe aufnehmen und in organische Substanzen umwandeln. Namentlich ist die in der atmosphärischen Luft enthaltene Kohlensäure eine Hauptquelle der Pflanzennahrung. Ohne die Fähigkeit der Pflanzen, aus binär oder organisch verbundenen Stoffen ternär oder organisch verbundene zu bilden, würde die Thierwelt, welche sich nur mit organischen Stoffen erhalten kann, bald zu Grunde gehen. Da nicht nur von den Thieren beständig eine grosse Menge organischer Materien consumirt wird, son-

dern auch durch Verbrennen und andere Zersetzungen eine sehr grosse Menge organischer Materien in binäre Combinationen und ihre Elemente zerlegt werden, so müsste der Nahrungsstoff immer kleiner werden, wenn nicht die Pflanzen wirklich die Kraft besässen, aus binären Verbindungen und deren Elementen neue organische Materie wieder zu erzeugen. Das Vermögen der Pflanzen, binär verbundene Stoffe sich anzueignen und umzuwandeln, lässt bei ihnen auf eine stärkere Assimilationskraft schliessen, denn je einfacher ein Körper zusammengesetzt ist, je weniger er verbunden ist, um so stärker ist seine Fähigkeit und sein Streben, weitere Verbindungen einzugehen, oder seine chemische Action. Wenn daher die Pflanzen im Stande sind, einfachere Körper, mithin Körper von einer stärkeren chemischen Action, zu zerlegen und ihre Elemente in einer anderen Ordnung zu verbinden und sich anzueignen, so ist klar, dass ihre Assimilationskraft eine weit stärkere seyn muss, als bei den Thieren. Ist aber die Assimilationskraft der Pflanzen stärker, so ist zugleich damit gesagt, dass die pflanzlichen Materien selbst eine geringere Zersetzlichkeit besitzen müssen, so dass sie selbst der stärkeren chemischen Action binär zusammengesetzter Stoffe, die ihnen als Nahrung dienen, nur bis zu einem Punct unterliegen, der sich mit ihrer Organisation verträgt. Daher finden wir denn auch viele Pflanzenstoffe, welche, wenn sie dem Lebenseinfluss entzogen sind, nicht so bald und so leicht, wie die meisten thierischen Materien, unter dem Einflusse der Aussenwelt jene Umsetzung ihrer Elemente erleiden, die wir Fäulniss zu nennen pflegen. Die öligen, harzigen,

scharfen, bitteren, sauren und alkalischen Bestandtheile der Pflanzen trotzen der Zersetzung oft recht lange. Für die Behauptung, dass die pflanzlichen Stoffe im Allgemeinen weniger leicht zersetzbar sind als die thierischen, könnte man auch noch anführen, dass es wohl Pflanzenstoffe gibt, die vergiftend auf Thiere, aber nicht umgekehrt thierische Stoffe, die vergiftend auf Pflanzen zu wirken im Stande sind. — Die Zersetzbarkeit der thierischen Materie ist demnach grösser, und die Assimilationskraft der daraus gebildeten Organe geringer, als bei den Pflanzen. Die Nahrung, welche die Thiere aufnehmen, besteht daher nicht nur aus ihnen selbst bereits ähnlich gebildeten Materien, sondern auch unter diesen vorzüglich nur aus solchen, welche keine starke chemische Action besitzen. Denn nur, wenn die Lebenskraft im Stande ist, die chemische Action der Nahrungsmittel zu überwinden, können dieselben verdaut und angeeignet werden. Daher sind die Nahrungsmittel der Thiere, besonders der höheren, alle in hohem Grade complex, oder zusammengesetzter Natur, und diese Zusammengesetztheit ist für die Nahrungsmittel charakteristisch. Denn Nahrungsmittel sind Stoffe, die assimilirt werden sollen, und darum vorzugsweise die Fähigkeit besitzen müssen, Metamorphosen zu erleiden, nicht, welche zu machen. Darf nun die Nahrung in ihrem Einfluss auf den Organismus dessen Kraft nicht überwiegen, so darf sie aber auch eben so wenig völlig unwirksam, d. h. ganz reizlos seyn. Denn eine Nahrung, die den Organismus nicht zur Thätigkeit reizt, wird eben so wenig in die eigene organische Substanz umgewandelt werden, wie die, welche für

die organische Kraft zu mächtig ist. Hieraus erklärt sich auch, warum ein gewisser Wechsel in der Nahrung nicht nur wohlthätig, sondern sogar nothwendig seyn kann. Magendie fand, dass Kaninchen und Meerschweinchen mit Weizen, Hafer, Gerste, Kohl oder gelben Rüben allein gefüttert nach 15 Tagen unter grosser Abzehrung starben, wurden sie dagegen wechselsweise oder zugleich mit den genannten Stoffen gefüttert, so lebten sie ganz ohne Nachtheil fort. Es ist demnach ein gewisser Wechsel oder eine gewisse Mannigfaltigkeit in der Nahrung durchaus nöthig. Der Nahrungsstoff reicht allein nicht hin, sondern er muss auch so beschaffen seyn, dass er bei seinem allmähligen Eingehen in die Idee des Organismus, gewisse für die organische Thätigkeit durchaus nöthige Reize entwickelt, was zunächst durch die Form, unter welcher sich die Elemente der Nahrungsmittel vereinigt haben, begründet wird. Die Nahrung kann der Mensch im gesunden Zustand ohne tödtliche Folgen kaum länger als eine Woche entbehren, und höhere Thiere nicht länger als einige Wochen. Im Durchschnitt erträgt jedoch das weibliche Geschlecht den Hunger länger als das männliche, und die Bewohner der heissen Klimaten besser als die der kalten. In Krankheiten, besonders bei Geistesstörungen, wird der Hunger oft mehrere Wochen lang ertragen. So erzählt Lassaigne von einem Irren, der 18 Tage lang hungerte.

Innere Lebensreize.

Das Leben äussert sich nicht nur thätig in Folge des

Einflusses der Aussenwelt (zu welcher für den Organismus Alles gehört, was ausserhalb seiner Idee liegt, sei es auch räumlich mit ihm eins), sondern auch in Folge von Reizen, welche die organische Thätigkeit selbst herbeiführt, und das ist charakteristisch für die organischen Körper. Während in der anorganischen Welt die Thätigkeit stets mit ihrem Product erlischt, wird in der organischen Welt jede Thätigkeit direct oder indirect wieder Ursache einer neuen, indem der Organismus, wiewohl ein einiges Ganze bildend, doch im Besonderen sich entgegengesetzt ist, und darum nicht nur ein Organ als Reiz auf ein anderes wirken kann, sondern auch in jedem Organ selbst wieder ein Theil reizend für einen anderen werden kann. So kann z. B. nicht nur ein Nerv auf einen Muskel wirken, sondern die in einem Nerven oder Muskel mit seiner Thätigkeit verknüpften materiellen Veränderungen veranlassen auch in diesem selbst wieder eine Ergänzung und Wiederherstellung. — Wie aber zwischen positiver und negativer Elektricität durch ihr Aufeinanderwirken der Gegensatz ausgeglichen wird, indem entweder alle Polarität verschwindet und ein Aufhören der Thätigkeit, eine Indifferenz eintritt, oder indem beide Seiten gleichnamige Elektricität erhalten und einander abstossen, so wird ähnlich im organischen Leben mit der Einwirkung des Reizenden und Gegenwirkung des Gereizten der Gegensatz zwischen beiden ausgeglichen, so dass das Reizende seine Reizkraft und das Gereizte seine Reizbarkeit verliert. Hierdurch wird denn ein steter Wechsel der Lebensthätigkeiten und die dem Organismus eigenthümliche Periodicität bedingt. Diese Periodicität zeigt sich auf eine

doppelte Weise. Erstlich in einem Wechsel durch Indifferenzirung, welcher darin besteht, dass jeder organische Körper in dem einen Moment seine Thätigkeit auf den Reiz zur Gegenwirkung richtet und in dem folgenden auf seine Selbsterhaltung bedacht ist. So folgt im Allgemeinen auf das Wachen der Schlaf, auf jede Anstrengung eine Ruhe, auf das Einathmen ein Ausathmen, auf jede Systole des Herzens eine Diastole u. s. w. Eine andere Periodicität zeigt sich in einem Wechsel der Materie, in einer Abstossung derselben nach einer vorausgegangenen Anziehung, indem keine organische Materie in ihrem Zustande verharren kann, und die organischen Körper sich nur durch eine beständige Wiedererzeugung erhalten. Es findet daher bei ihnen eine fortwährende Umsetzung der Elemente Statt, eine fortschreitende Bildung vom Einfachen zum Zusammengesetzten und Zerfallen dieses wieder zur ursprünglichen Einfachheit, eine stetige Schöpfung und Vernichtung, ein ewiges Kommen und Gehen, Aufnehmen und Abgeben, kurz ein ununterbrochener Wechsel der Materie an allen Puncten, wobei jedoch das Ganze in seiner Art stets dasselbe bleibt. In dieser letzten Beziehung gleichen die organischen Körper einem Quell, der stets neue Wellen aus seinen Tiefen zum Lichte fördert, die abfliessenden in einer ununterbrochenen Kette stets neu ersetzt, und so bei einer fortwährenden Wandelbarkeit doch immer derselbe bleibt.

II.

Von der Ab- und Zunahme der Erregbarkeit und ihrer Dauer nach dem Tode des Ganzen in den einzelnen Theilen.

Die Erregbarkeit nimmt mit der Dauer der Erregung ab. Der Grund hiervon liegt in den mit einer jeden Lebensäusserung verbundenen materiellen Veränderungen. Doch kann auch das Reizende, welches die Thätigkeit hervorrief durch die Art und Weise, so wie durch die Ausdehnung, in welcher es auf die Materie des erregbaren Theils einwirkte, wesentlich dazu beitragen. Die durch Reize, und zwar äussere, bewirkten Veränderungen der organischen Materie sind aber sehr von denen verschieden, welche die Lebenskraft selbst in ihrem materiellen Substrat bewirkt. Die Wirkung dieser letzteren ist immer dem Leben entsprechend, und mithin organisch. Diese organischen Veränderungen stehen mit der Aeusserung der Lebenskraft im innigsten Zusammenhange, und in eben dem Maasse, in welchem sie fortschreiten, nimmt die Fähigkeit zu Lebensäusserungen ab. Anders verhält es sich mit den durch äussere Reize, mithin durch Körper, welche der anorganischen Welt angehören, in einem organischen Körper hervorgerufenen Veränderungen. Diese können sich ebenfalls nur nach der Natur des Einwirken-

den gestalten, und müssen mithin anorganisch oder wenigstens nicht organisch seyn. — Die Art der organischen Veränderungen in Folge von Lebensäusserungen näher zu bestimmen, fehlt es uns noch durchaus an Untersuchungen. Höchst wahrscheinlich bestehen sie in einer Rückbildung der betreffenden Materie zu einer (relativ) niederen Entwickelungsstufe, und zwar nach eigenthümlichen rein organischen Gesetzen. Da nämlich jede organische Materie erst bei einer gewissen Differenz zur Wirksamkeit gelangt, so mag mit der Wirksamkeit stets eine Wiederumwandlung zu einem mehr indifferenten Zustande verbunden seyn, der dem Grade und der Dauer der Wirksamkeit entspricht. Im gesunden gewöhnlichen Leben ist keine Lebensäusserung so stark, dass durch die damit verknüpften materiellen Veränderungen die Fähigkeit zu ferneren Actionen empfindlich beeinträchtigt würde, und bei dem allen Theilen zugleich zukommenden Vermögen, sich wieder zu erzeugen, werden die Statt gefundenen materiellen Veränderungen ausgeglichen, ehe sie sich noch in einem bedeutenden Grade geltend gemacht haben. Findet aber ein Reiz zu stärkerer Thätigkeit Statt, so reicht die Wiedererzeugung nicht sobald hin, um den Verlust zu ersetzen, und die hervorgerufene Thätigkeit kann so stark oder anhaltend seyn, dass sie die Summe der vorhandenen Kraft erschöpft. Der unwiderstehliche Trieb nach Ruhe in Folge anhaltender geistiger oder körperlicher Anstrengung liefert hierzu einen allgemein bekannten Beleg. Dasselbe sehen wir aber auch bei der unmittelbaren Anwendung äusserer Reize. Wenn man z. B. einen Muskelnerven lange mechanisch oder gal-

vanisch reizt, so werden die Reactionen immer schwächer und zuletzt Null, und es bedarf einiger Zeit, ehe sich die Lebenskraft durch Reorganisation ihres materiellen Substrats wieder wirksam erweist. Ebenso erlischt das Gefühl bei anhaltender Berührung mit dem fühlbaren Gegenstand, und ein farbiges Bild wird um so undeutlicher, je länger man es ansieht. Unmittelbar nach einem Blick in's helle Sonnenlicht sieht man gar nicht, der zu heftige Reiz hat für den Augenblick das Wirkungsvermögen erschöpft. Aehnlich verhält es sich mit Gehör, Geruch und Geschmack. Es nimmt also die Erregbarkeit mit der Dauer der Erregung und je nach der Stärke derselben ab. Die Erregbarkeit kann aber auch aufhören in Folge der materiellen Veränderungen, welche nicht die Reaction, sondern das angewandte Reizmittel bewirkte. Hierher gehören jedoch nur äussere und anorganische Reize, wir glauben wenigstens nicht, dass ein wahrhaft innerer oder organischer Reiz, wie z. B. der reizende Einfluss der Nerven auf die Muskeln an und für sich lebensgefährlich werden könne. Dagegen besitzen wir in den anorganischen Giften Mittel, welche in unmittelbarer Berührung mit einem erregbaren Theile die Erregbarkeit desselben gänzlich aufzuheben vermögen, indem durch die Art ihrer Einwirkung die materielle Beschaffenheit des betreffenden Theils so wesentlich verändert wird, dass das Leben desselben aufhören muss. Nach Liebig besteht die Wirkung dieser Gifte in ihrer Fähigkeit, mit organischen Theilen unzersetzbare Verbindungen einzugehen. „Man weiss“, sagt er, „vom Sublimat und der arsenigen Säure, dass beide im höchsten Grade

die Fähigkeit besitzen, mit allen Theilen organischer Materie Verbindungen einzugehen, und dass diese dadurch den Charakter der Unverweslichkeit erhalten. Hieraus erklärt sich die Giftigkeit dieser Körper. Indem sie nämlich mit der organischen Materie in Verbindung diese mehr oder weniger unzersetzbar machen, berauben sie dieselbe ihrer wesentlichsten Eigenthümlichkeit. Mit der Unfähigkeit, fernerhin Metamorphosen zu erleiden oder zu bewirken, wird das organische Leben selbst vernichtet. Sehr mit Unrecht scheint man uns aber die organischen Gifte oder die sogenannten Narcotica als Mittel zu betrachten, welche im Stande wären, die Erregbarkeit und insbesondere die der Nerven unmittelbar zu vernichten. Diese Mittel äussern höchst wahrscheinlich auf die Nerven selbst nicht den geringsten Einfluss, auch war noch Niemand im Stande, die Wirkung dieser Mittel in der Nervenmaterie nachzuweisen. Wohl aber hat man bei narcotischen Vergiftungen immer mehr oder weniger Veränderungen im Blute gefunden. Versetzt man z. B. Blut mit etwas Coniin, so zeigt sich sogleich eine auffallende Veränderung, das Blut verwandelt sich in eine schmutzig röthlich-gelbe schmierige Masse, die unter dem Mikroskop wie trübes geflossenes Wachs aussieht, und von den Blutkörperchen ist nichts mehr zu entdecken. Wenn die Wirkung der anorganischen Gifte darin besteht, die Theile, mit welchen sie in Berührung kommen, unzersetzbar zu machen, so möchte die Wirkung der organischen Gifte vielleicht gerade in dem Gegentheil bestehen. Es scheint uns wenigstens höchst wahrscheinlich, dass die organischen Gifte, wenn sie in's Blut gelangen, denn nur vom

Blut aus bewirken sie Vergiftung (Müller, Phys.), darin eine solche Zersetzung und Zersetzlichkeit veranlassen, dass es im Nu eine Reihe von Veränderungen eingeht, die es seiner nothwendigsten Eigenschaften berauben. Die Art, wie die Narcotica bei ihrer geringen chemischen Action und bei ihrer geringen Quantität doch in dem ganzen Continuum des Bluts eine Veränderung bewirken, besteht wahrscheinlich entweder darin, dass das Gift, indem es sich alsbald selbst zersetzt, einen Zustand der Zersetzung auch dem Blute überträgt, welcher sich dann in diesem wie eine Welle von einem Ende bis zum anderen fortpflanzt, oder dadurch, dass die Gegenwart des Giftes oder einzelner bei einer Zersetzung desselben sich bildender Verbindungen das Blut disponirt, sich dergestalt zu zerlegen, dass die dadurch entstehenden neuen Verbindungen wieder ähnlich auf die Atome des zunächst liegenden noch unzersetzten Blutes wirken. Wir wissen z. B., dass Oxamid bei Gegenwart von Kleesäure sich in Ammonium und Kleesäure zerlegt, worauf sich das Ammonium mit der zugesetzten oder neu gebildeten Kleesäure verbindet, dergestalt, dass wir in der Flüssigkeit nach vollendeter Zersetzung des Oxamids wieder eben so viel Kleesäure finden, wie vor der Zersetzung. Kommt nun wieder neues Oxamid hinzu, so wiederholt sich dieser Process u. s. f., so dass man mit einer kleinen Menge Kleesäure unendliche Mengen von Oxamid in kleesaures Ammonium verwandeln kann. Aehnlich könnten auch bei einer Zersetzung des Bluts durch Narcotica zunächst an dem Orte, wo das Gift einverleibt wurde, in dem Blute Zersetzungen entstehen, wobei sich Verbindun-

gen bilden, die in derselben Weise vergiftend oder zur Zersetzung disponirend wieder auf die zunächst liegenden Bluttheile wirken u. s. f., bis die ganze Säule des Bluts sich zersetzt hat. Diese letztere Ansicht ist uns die wahrscheinlichste. Dass hierzu nicht viel Zeit erforderlich ist, und dass hierbei eine formelle Veränderung des Bluts nicht gerade Statt zu finden braucht, ist einleuchtend. Wenn sich im gesunden Blute die Reize für gewisse reflectirte Bewegungen, z. B. das Athemholen und die Herzbewegungen, ferner die Reize für die Absonderungen und die Ernährung der Organe ganz oder auch nur zum Theil vorfinden, so ist es sehr wohl möglich, dass das Blut in Folge narkotischer Vergiftung Veränderungen eingeht, wodurch es gerade seinen reizenden Einfluss auf die genannten Functionen völlig verliert. Mit dem Aufhören des Reizes müssen aber die angeführten Lebensäusserungen selbst aufhören, und da das Leben ohne diese nicht bestehen kann, muss es je nach dem Grade und Umfang der Unterbrechung schneller oder langsamer erlöschen. Die so herbeigeführte Todesart würde mit einem Erstickungstode demnach ziemlich viel Aehnlichkeit darbieten, nur dass das Leben durch narkotische Vergiftung noch unmittelbarer und in grösserem Umfang erstickt würde. Bei mit frischer Blausäure vergifteten Fröschen hörten die Athembewegungen sogleich vollständig auf, doch war das Thier längere Zeit nachher noch im Stande, einen Sprung zu machen. Bei der Section floss auffallend wenig Blut, obgleich die Herzbewegungen noch fortdauerten. Unter meinem Mikroskop von Oberhäuser zeigten sich die Kerne der Blutkörperchen auffallend deut-

lich und aus kleinen Körnchen zusammengesetzt, gerade wie die Lymphkörnchen. Blausäure frischem Froschblute zugesetzt zeigte dieselbe Wirkung. Die Wirkung von reinem Wasser ist indessen dieser sehr ähnlich. Wasser löst aber den Farbestoff auf, was Blausäure nicht thut. Bei Wasser werden die Blutkügelchen und insbesondere die Blutkerne rund, dagegen behalten sie bei Blausäure ihre länglich-runde Form. Während bei Vergiftung mit Blausäure die Frösche ohne alle Schmerzen und ohne alle Zuckungen sterben, gehen bei Strychninvergiftung dem Tode Krämpfe voran. Zuerst zuckten die Augen, dann wurden die Athembewegungen krampfhaft und aussetzend, und endlich erfolgten krampfhafte Streckungen der hinteren Extremitäten und alsbald der Tod. Die Herzbewegungen dauerten auch hier noch fort. Es ist, als wenn die Wirkung des Giftes vom Blut aus zwar anfänglich einen Reiz für das ganze Nervensystem erzeuge, allein damit die Fähigkeit des Blutes, zu reizen, für immer erlösche. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes liess an demselben nichts wahrnehmen. Es leuchtet ein, dass hierbei in den Nerven gar keine anderen Veränderungen vorzugehen brauchen, als die, welche eine vollkommene Ruhe in denselben veranlasst. Wir finden daher auch die Reizbarkeit der Nerven in den durch Narcotica vergifteten Thieren keineswegs sogleich erloschen, sondern Anfangs, zumal bei manchen Giften, vielmehr erhöht. Dieses könnte unmöglich der Fall seyn, wenn durch die Narcotica das Wirkungsvermögen der

Nerven selbst vernichtet würde, erklärt sich aber sehr gut bei der Annahme, dass durch die narkotische Vergiftung das Nervensystem seiner Reize beraubt worden ist. Die erhöhte Reizbarkeit nach narkotischer Vergiftung verhält sich demnach wie die erhöhte Empfindlichkeit des Sehnerven gegen das Licht, wenn das Auge vorher im Dunkeln war, oder wie die erhöhte Reizbarkeit von willkürlichen Bewegungsnerven, die eben durch *haemorrhagia cerebri* gelähmt worden sind. Wenn man bisher noch nicht im Stande war, die Wirkungen der Narcotica aufs Blut im lebenden Körper immer nachzuweisen, so kam dieses einestheils daher, dass man bei den narkotischen Vergiftungen gar nicht zunächst an's Blut, sondern an die Nerven dachte, und übersah, dass die Thätigkeit derselben ebensowohl aufhören muss, wenn sie des Reizes dazu entbehren, als wenn ihnen ihr materielles Substrat zerstört wird, anderentheils aber, weil die Untersuchung eines so ausserordentlich leicht veränderlichen Körpers, wie das Blut, fast unüberwindliche Schwierigkeiten darbietet. Hat man doch erst seit Kurzem die Präexistenz der beim Athmen ausgeschiedenen Kohlensäure im venösen Blute darthun können. Wir können daher auch unsere Ansicht von der Wirkung der Narcotica aufs Blut noch keineswegs mit Analysen beweisen. Es spricht jedoch ferner für unsere Meinung die Wirkung der Narcotica als Arzneien. Bei einer gewissen Gabe halten alle Narcotica die Bewegungen und Absonderungen mehr oder weniger an; so ist die Digitalis ein vorzügliches Mittel,

den Herzschlag seltner zu machen, so wirkt Opium anhaltend auf die Absonderungen der Schleimhäute und Drüsen u. s. w. Wenn wir auf der anderen Seite dagegen, namentlich bei mittleren Gaben narkotischer Mittel, die Wirkung des Mittels sich mit einer vermehrten Absonderung oder Bewegung endigen sehen, so darf uns dieses nicht wundern. Indem nämlich durch die Wirkung des Mittels eben die Reize für gewisse Functionen seltner und dadurch diese vermindert werden, hat sich die Reizbarkeit selbst gesteigert, und das Organ ist nun um so thätiger. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass, wenn die Thätigkeit des Organismus an einer Stelle sich mindert, wir sie oft an einer anderen wachsen sehen, und umgekehrt, wenn sie an einer Stelle wächst, wir sie an einer anderen sich mindern sehen. Es scheint die an einer Stelle verminderte Thätigkeit in ihren Folgen Reize für die Thätigkeit an anderen Stellen zu veranlassen, und die an einer Stelle erhöhte Thätigkeit die Reize für andere Thätigkeiten zu mindern, was bei der innigen Verkettung zu einem Zweck, in der alle organischen Vorgänge stehen, sehr begreiflich ist. — Mit unserer Ansicht von der Wirkung der Narcotica scheint jedoch im Widerspruch zu stehen, dass ganz entblösste und frei präparirte Nerven, in eine Auflösung narkotischer Gifte getaucht, nach einiger Zeit alle Reizbarkeit verlieren. Allein bekanntlich werden selbst durch Eintauchen in blosses kaltes Wasser frei präparirte Nerven alsbald gegen Reize unempfänglich. Ausserdem ist aber jeder Nervenstamm,

auch wenn er frei präparirt wurde, dadurch noch nicht völlig blutlos, denn seine Primitivbündel werden von einem feinen Capillargefässnetz umsponnen, und die Wechselwirkung des darin enthaltenen Blutes mit dem betreffenden Nerven mag gerade die Ursache seyn, warum sich auch noch in getrennten Körpertheilen die Erregbarkeit einige Zeit erhält. Wird dieses Blut aber unfähig, fernerhin weder Stoff noch Reiz für die bildende Thätigkeit zu enthalten, so muss das Leben des davon abhängigen Organs erlöschen.

Die Erregbarkeit eines Organs nimmt zu mit dem Beginn seiner Ruhe, so dass Reize, die vorher nicht wirkten, später wirken, und die früher schwächer wirkten, dann stärker wirken. Früher glaubte man, Mittel zu besitzen, welche im Stande wären, die Kraft eines Organs unmittelbar zu stärken. Allein das Wirkungsvermögen eines Organs nimmt nur zu durch dieselben Processe, durch die es sich überhaupt erhält, nämlich durch die beständige Wiedererzeugung aus dem Ganzen und des Ganzen durch die Assimilation. Für einen geschwächten Theil sind daher auch gelinde Reize nicht darum nützlich, weil sie seine Kraft stärken, sondern weil ein gereizter Theil mehr die Ergänzung aus dem Ganzen anspricht, und darum vorzugsweise ergänzt und wieder erzeugt wird. (J. Müller, Phys.) Ruht demnach die Thätigkeit eines Organs und die damit verknüpfte materielle Veränderung, so muss die Wiedererzeugung seiner ursprünglichen Beschaffenheit und damit die Möglichkeit,

fernerhin thätig zu seyn, zunehmen, indem ein thätig gewesenes Organ nicht nur um so stärker auf eine Ergänzung Anspruch macht, sondern auch mit der Ruhe die durch die Thätigkeit in ihm bewirkten Veränderungen aufhören, und nun die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes und des damit verknüpften Wirkungsvermögens ununterbrochen fortschreitet. Gesetzt, ein Organ sei völlig ausgeruht, mithin wirkungsfähig. Die Beschaffenheit seines Zustandes sei in diesem Falle gleich w. k. f. Mit dem Anfange seiner Thätigkeit aber beginne eine Verwandlung des wirkungsfähigen Zustandes w. k. f. in einen anderen wirkungslosen, den wir w. k. l. nennen wollen, so ist klar, dass mit der völligen Verwandlung von w. k. f. in w. k. l. der Zustand des Organs ein anderer wird, und mithin die an den früheren Zustand gebundene Wirksamkeit jetzt durchaus aufhören muss; nun hat das Organ aber auch das Streben, den wirkungslosen Zustand w. k. l. immer wieder in den wirkungsfähigen w. k. f. zu verwandeln; dieses Streben muss daher um so stärker seyn, je mehr der Zustand w. k. f. in den Zustand w. k. l. verwandelt ist, und um so leichter verwirklicht werden können, je weniger es durch eine gleichzeitig fortdauernde Umwandlung von w. k. f. in w. k. l. vereitelt wird, oder je mehr das Organ in Ruhe ist. Ist aber der Zustand w. k. l. überall wieder in den Zustand w. k. f. verwandelt, d. h. ist das Organ wieder völlig ausgeruht, so ist die Möglichkeit, sich wieder in den Zustand w. k. l. zu verwandeln und die damit verknüpfte Wirksamkeit zu äussern,

auf dem höchsten Puncte, so dass nun Reize, die früher nicht mehr wirkten, jetzt wieder wirken, und die früher nur wenig wirkten, jetzt stärker wirken müssen, oder in grösserm Umfange, da das Organ jetzt völlig wieder aus dem Zustande w. k. f. besteht. Daraus erklärt sich, warum M. Hall bis zu einer gewissen Zeit bei gelähmten Gliedern (gleich wie bei ausgeruhten) die Reizbarkeit grösser fand als bei nicht gelähmten. Galvanische Reize, welche in den letzteren keine Wirkung hervorbrachten, zeigten sich bei den ersteren wirksam (Müller, Arch. f. d. Phys. 1839). Da ein jedes Organ aber auch, wenn es immer ruht, durch andere Umstände allmählig seinen zur Wirksamkeit nöthigen Zustand verliert, und eine gewisse Uebung aller seiner Kräfte nöthig ist, damit dadurch ein Reiz entstehe, den zu seiner Wirksamkeit nöthigen Zustand stets wieder zu erzeugen, so erklärt sich, warum ein gelähmtes Glied, wenn die Ursache der Lähmung nicht in ihm selbst liegt, wohl Anfangs eine vermehrte Reizbarkeit zeigen kann, nach einer gewissen Zeit aber diese verlieren muss. Und hierher gehören gewiss die Fälle, wo M. H. in gelähmten Gliedern eine Abnahme der Reizbarkeit fand. — Aus dem Gesagten erklärt sich auch, warum ein und dasselbe Arzneimittel bei demselben Menschen oft gar nicht dieselbe Wirkung hat. Mittel, die in dem einen Fall oft sehr stark wirken, rufen in einem anderen Falle fast gar keine Reaction hervor und umgekehrt, wovon sich jeder praktische Arzt häufig überzeugt. —

Die Empfänglichkeit für die Lebensreize und mithin das Leben selbst erlischt nicht in allen Organismen und deren Organen nach dem Tode gleich schnell. Es hängt dieses von der Stufe ihrer Entwickelung ab. Je mannichfaltiger und je entwickelter die Theile eines Ganzen sind, desto abhängiger sind sie von einander. Durch die Complication der Organe wird daher ihre Abhängigkeit von einander erhöht. Pflanzen dauern daher länger aus als Thiere und unter den letzteren wieder die höheren weniger als die niederen. Auch bei jungen Thieren sind wahrscheinlich wegen der grösseren Einfachheit die Lebenszeichen ausdauernder. So fand J. Müller die Reizbarkeit in getödteten Embryonen von Kaninchen länger dauernd als bei Erwachsenen. Legallois beobachtete, dass bei neugebornen Thieren die Reizbarkeit von dem Tage der Geburt an gerechnet bis zum 30sten Tage merklich kürzer wurde, so dass, während sie sich bei dem eben Geborenen nach dem Tode 15 Minuten erhielt, am 30sten Tage nur $2\frac{1}{2}$ Minute dauerte. Dasselbe beobachtete Legallois in Bezug auf die Dauer des Kreislaufs nach Durchschneidung der *med. spin.* und Amputation des Kopfes. Nysten fand bei seinen Versuchen an den Leichen hingerichteter gesunder Menschen, dass die Muskeln ihre Fähigkeit, auf Reize zu reagiren, in folgender Ordnung verloren: Die Aortenkammer des Herzens verlor ihre Reizbarkeit zuerst, der Darmkanal nach 45—55 Minuten, fast um dieselbe Zeit die Harnblase. Nach einer Stunde der rechte Ventrikel, nach $1\frac{1}{2}$ Stunden die

Speiseröhre, 15 Minuten später die Iris, noch später die Muskeln des animalischen Lebens, zuletzt die Vorhöfe des Herzens und am spätesten der rechte, der in einem Falle 16½ Stunde noch auf gavalnischen Reiz sich zusammenzog. — Nach Ritter und Anderen soll das Absterben der Erregbarkeit in den Nerven abgeschnittener Theile nicht an allen Puncten zugleich erfolgen, sondern an dem Centralende desselben beginnen und nach dem peripherischen zu fortschreiten.

Erste Abtheilung.

Von der Bedeutung der Organe.

Ehe wir die Bedeutung der einzelnen Organe in Betrachtung ziehen, wird es nöthig seyn, uns mit dem Wesen des Organischen überhaupt und der Bedeutung der Organe im Allgemeinen näher bekannt zu machen.

Alle Organismen oder gliedrigen Körper unterscheiden sich dadurch wesentlich von den unorganischen oder gliedlosen Körpern, dass sie, um zu seyn, in einem beständigen Werden begriffen sind, und bei ihrer Fortdauer sich stets zugleich auflösen. In der anorganischen Natur dagegen schliessen sich Seyn und Werden gegenseitig aus, d. h. bestehen nicht neben einander, sondern nur nach einander. Daher geschieht hier das Werden nie zum eignen Besten, die dabei sich äussernde Thätigkeit bezieht sich nie auf eine erhaltende Wiedererzeugung des Daseyenden, noch wird sie in ihrer Wirkung sich selbst wieder zur Ursache. Die anorganischen Körper kehren daher bei ihrer Negation nie wieder zu sich zurück. Schon mit der geringsten Umsetzung ihrer Elemente, und um so mehr bei einer qualitativen oder quantitativen Veränderung derselben, verlieren sie die eigenthümlichen Merkmale ihres zeitigen Daseyns, sie werden ein Anderes, von dem Vorigen wesentlich Verschiedenes, und es dauert das Neugewordene ebenfalls nur wieder so lange in seiner Art fort, als seine Elemente un-

verrückt gelassen werden. Erhitzen wir z. B. salpetersaures Ammoniak, so findet eine Umsetzung der darin enthaltenen Elemente Statt, und sogleich wird das Daseyn des genannten Körpers vernichtet. Es entstehen statt dessen zwei neue Körper, die weder mit Ammoniak, noch mit Salpetersäure, noch mit der Verbindung beider die geringste Aehnlichkeit haben, nämlich Wasser und Stickoxydul, indem 2 At. Sauerstoff der Salpetersäure sich mit dem Stickstoff derselben Säure und dem Stickstoff des Ammoniaks zu Stickoxydul verbinden, und die übrigen 3 At. Sauerstoff der Salpetersäure mit dem Wasserstoff des Ammoniaks Wasser bilden. Nöthigen wir Manganoxydul, das aus gleichen At. Mangan und Sauerstoff besteht, noch mehr Sauerstoff aufzunehmen, so entsteht, je nach der Atomenanzahl des aufgenommenen Sauerstoffs, eine ganze Reihe wesentlich verschiedener Körper. Marmor besteht aus Kalk und Kohlensäure; wird die letztere verjagt und tritt an ihre Stelle Schwefelsäure, so entsteht Gyps. Aus diesen Beispielen geht also zur Genüge hervor, dass ein gleichzeitiges Seyn und Werden sich mit der Existenz der anorganischen Körper nicht verträgt; mit dem Seyn hört das Werden und mit dem Werden das Seyn auf. Man hat diese Körper daher auch todt, die organischen Körper dagegen lebend genannt, insofern wir mit dem Begriff des Todes das in sich Ruhende, das Ichlose verbinden, mit dem Begriff des Lebens dagegen das in sich und um seiner selbst willen Schaffende*). Die unorganischen Körper stehen demnach mit den organischen in

*) Dass die anorganische Natur in ihrer Gesammtheit aufgefasst,

Widerspruch, indem die Gegensätze Seyn und Werden, welche sich dort ausschliessen, hier mit einander vermittelt sind, und in eben dem Maasse, wie das Seyn der organischen Körper vom Werden getrennt ist, erscheint das Seyn der organischen Körper an ein gleichzeitiges Werden gebunden. Daher bleibt ein organisches Wesen bei einem beständigen Wechsel seiner Materie und ihrer Combinationen doch der Art nach nicht nur stets dasselbe, sondern hört vielmehr auf, seinem Wesen nach fortzuexistiren, wenn dieser Wechsel der Materie, dieses beständige Werden unterbrochen wird. Als Beweis für den beständigen Wechsel der Materie in organisirten Körpern kann folgendes Experiment dienen. Mengt man jungen Thieren (Tauben, Schweinen) Krapp unter die Nahrung und untersucht dann ihre Knochen, so finden sich dieselben roth gefärbt; lässt man aber einige Zeit nach der Fütterung mit Krapp verstreichen, und gibt in dieser Zeit nur gewöhnliche Nahrungsmittel, so sieht man die rothe Färbung je nach der Zeit, die man verstreichen liess, mehr oder weniger oder ganz wieder verschwunden. Gerade die scheinbar bleibendsten Theile unseres Körpers lassen den Wechsel der Materie am ersten erkennen. Gewöhnlich fällt uns jedoch dieser nicht in die Augen, weil er stetig ist und in unendlich kleinen Theilen geschieht.

Fragen wir nun nach der Ursache der gleichzeitigen Vereinigung von Seyn und Werden im organischen Leben, so scheint diese in einem Kampf zu liegen, oder vielleicht

doch wieder als etwas Lebendiges erscheine, ist damit nicht ausgeschlossen.

besser ausgedrückt, in der Spannung, die einerseits hervorgerufen wird durch das Streben der Organismen nach Selbstständigkeit und andererseits durch das Bemühen der Aussenwelt, diese Selbstständigkeit aufzuheben, das besondere Leben in das allgemeine hinein zu ziehen und damit zu verknüpfen. Man würde der Aussenwelt aber Unrecht thun, wollte man ihr einen besonderen Hass gegen individuelles Leben zuschreiben. Sie greift eben Alles an, was sich von ihr unterscheidet, und folgt darin ihrer Natur. Dieser Angriff, insofern er reizt und weckt, ist uns aber nichts weniger als schädlich, ja, wie die Sachen nun einmal stehen, sogar nothwendig. Wir hätten demnach in der Aussenwelt den „Geist, der stets verneint", — — — „ein Theil von jener Kraft, die stets das Böse will und stets das Gute schafft". Umgekehrt bemächtigt sich dagegen das dem organischen Leben zu Grunde liegende geistige Princip, die Idee, der Begriff u. s. w. der Aussenwelt. Indem die Idee des organischen Lebens sich verwirklicht, combinirt und formt sie die der Aussenwelt entnommene Materie auf eine ihrem Wesen entsprechende Art und drückt ihr dadurch ihren eigenen Charakter auf, d. h. beziehungsweise den Stempel des Bleibenden und Unvergänglichen. So entsteht das Seyn der organischen Körper, die bleibende Form ihrer Erscheinung. Die Materie aber, welche diese bildet, kann darum doch nicht selbst bleibend werden, sondern ist nach wie vor dem Wechsel unterworfen. Nicht nur die Aussenwelt, sondern auch die Kraft selbst, welche sie der organischen Form einverleibte, veranlassen ihre Zerlegung. So muss denn die Materie, welche die orga-

nischen Formen bildet, wenn nicht die letzteren mit der ersteren zu Grunde gehen sollen, sich stets wieder neu erzeugen, und so entsteht das mit dem organischen Seyn stets gleichzeitige Werden. Um dieses Werden aber zu Stande zu bringen, dienen eben jene organischen Formen; daher die bleibenden Formen der organischen Körper nicht nur als ein Ausdruck des Lebens, sondern auch als Werkzeuge seiner Erhaltung zu betrachten sind.

Das Werden des Seyns in der organischen Welt kann man sich daher auch so denken: da das besondere Leben sich gegen die Einflüsse der äusseren Natur nicht verschliessen kann und darf, und bei der grösseren Macht derselben seine Besonderheit sehr bald verlieren würde, so schafft es bei der Reaction gegen die Aussenwelt bestimmte bleibende Formen, als Mittel zu fernerem Daseyn, d. h. es organisirt sich und wird vermöge der Organisation in den Stand gesetzt, sowohl das Individuum als die Gattung zu regeneriren.

Organe sind also Mittel, wodurch ein organisches Wesen seine Individualität ebensowohl ausdrückt als erhält, und Organismus ist die gemeinschaftliche Verkettung derselben zu einem einigen Ganzen.

Wir haben darum oben die Organismen auch gliedrige Körper genannt, weil sich in ihnen immer die Verkettung von mannichfaltigen Gliedern zu einem einzigen Ganzen findet.

Die einzelnen Glieder der organischen Kette wollen wir nun nach und nach einer näheren Erörterung unterwerfen. Zuerst die Organe für die Erhaltung der Indi-

Individualität und dann die Organe zur Erhaltung der Gattung. Wir haben bereits im ersten Buch darzuthun versucht, dass alle Organe zu ihrer Thätigkeit eines nervösen Einflusses bedürfen, und dass dieser Einfluss selbst wieder hervorgerufen wird durch anderweitige Reize. Indem daher jede Function immer durch nervösen Einfluss vermittelt wird, bezeichnen wir das Nervensystem als das Organ, welches der Erhaltung der Individualität mittelbar dient, und stellen diesem gegenüber alle anderen Organe, insofern durch die Functionen derselben die Individualität unmittelbar erhalten wird.

Wie aber die Natur überhaupt uns in Raum und Zeit erscheint und sich darin erhält, so ist auch unsere Erhaltung durch die Organe theils wieder eine räumliche, theils eine zeitliche. Durch die Organe wird daher einestheils ein Bestehen aller uns angehörigen Theile neben einander oder eine Erhaltung im Raum zu Stande gebracht, so dass jedem einzelnen Gliede der organischen Kette, und dadurch dem Ganzen die Grenzen seines Wirkungskreises gesichert bleiben. Anderentheils aber vermitteln die Organe ein Bestehen aller dem Leben angehörigen Theile nach einander, oder eine Erhaltung in der Zeit, so dass ein Fortleben jedes einzelnen Gliedes und der Gesammtheit durch die Glieder Statt findet, auf jede Vernichtung eine Ergänzung und Wiedererzeugung des Vernichteten, auf jede Erschöpfung eine Erholung eintritt. Wir werden demnach unterscheiden Organe für die Erhaltung der Individualität im Raume und Organe für die Erhaltung der Individualität in der Zeit. Dass eine strenge Ein-

theilung der Organe hiernach nicht möglich ist, wissen wir wohl, denn wie sehr auch ein Organ zu unserer räumlichen Erhaltung dienen mag, so wird es doch schwerlich von aller Beziehung zu unserer zeitlichen Erhaltung ausgeschlossen seyn, und umgekehrt wird jedes Organ, das vorzugsweise durch seine Thätigkeit unsere zeitliche Erhaltung vermittelt, schon dadurch, dass es eine bestimmte Stelle ausfüllt, auch zu unserer räumlichen Erhaltung beitragen. Jedenfalls aber dürfte diese Eintheilung besser seyn, als die nach Sensibilität, Irritabilität und Reproduction, welche sich mit dem heutigen Standpuncte der Physiologie durchaus nicht mehr verträgt.

Organe als Mittel zur Erhaltung der Individualität.

I.

Organe, welche unmittelbar zur Erhaltung der Individualität dienen.

A.

Organe für die Erhaltung der Individualität im Raum.

1. Passive Organe für die Erhaltung der Individualität im Raum.

a. Aeusseres Skelet.

(Aeussere Haut und Schleimhäute.)

Zeigt sich in der organischen Welt ein Streben nach individuellem Daseyn, ein Hervorgehen eines bestimmt Begrenzten aus einem Unbestimmten, und sind es die Organe, wodurch dieses vermittelt wird, so ist einleuchtend, dass es vor allen Dingen ein Organ geben muss, wodurch dem Individuum zunächst seine Grenzen räumlich gesichert

werden, wodurch es fixe Puncte erhält, die dem Ganzen zum Schutz und Anhalt dienen, damit es nicht ewig wieder in's Unbestimmte zurückfalle, sondern innerhalb einer gewissen Schranke bleibende Gestaltung erlange. Dieses Organ ist das Skelet. Seine Bedeutung mithin räumliche Fixation und Sicherung der Individualität überhaupt.

Das Erste und Allgemeinste, wodurch ein organisches Wesen seine Individualität räumlich ausdrückt, sichert und fixirt, kann aber nichts Anderes seyn, als das, was zwischen ihm und der Aussenwelt die Scheidewand bildet und die Grenzen seines eigenen Wirkungskreises absteckt, mithin seine Haut oder Schaale. Diese bildet daher bei den niederen Thieren einzig und allein das Skelet. Wir nennen diese Art von Skelet das äussere im Gegensatz zu einem inneren, von dem weiter unten die Rede seyn wird. Zum äusseren Skelet rechnen wir ausser der Haut auch noch die Auskleidungen der Luft-, Verdauungs-, Harn- und Geschlechtswege, da diese, mit der äusseren Körperoberfläche ein Continuum bildend, gleichsam nur als Fortsetzungen der äusseren Begrenzung des Individuums gegen die Aussenwelt zu betrachten sind.

Die Haut.

Die Haut der niederen Thiere, insofern sie ihnen ausschliesslich zum Skelet dient, erhält meist durch feste Ablagerungen, welche bisweilen krystallinische Formen annehmen, besondere Haltbarkeit. Das Muster des vollkommensten Hautskelets findet sich bei den Insecten. Die Haut der höheren Thiere dagegen, bei denen diese we-

gen des Auftretens eines inneren Skelets weniger Lasten zu tragen hat, besitzt grosse Elasticität und Nachgiebigkeit. In der Haut lassen sich im Allgemeinen drei Schichten unterscheiden:

1. die Oberhautschicht, ἐπιδερμὶς.
2. die Mittelhautschicht, δέρμα κατ' ἐξοχὴν.
3. die Unterhautschicht, ὑποδερμὶς.

Jede dieser drei Schichten erfüllt bestimmte Zwecke vorzugsweise und ist diesen entsprechend beschaffen.

1) Die Oberhaut (*epidermis*), welche für uns die äusserste Decke und Grenze gegen die Aussenwelt bildet, ist an und für sich empfindungslos und gegen Eindrücke aller Art ziemlich abgehärtet. Sie besitzt weder Gefässe, noch Nerven, ist wenig elastisch und zerbricht leicht. Wird sie ausgespannt, so nimmt sie nachher nicht wieder ihr voriges Volumen ein. Sie gehört zu den Theilen unseres Körpers, welche am wenigsten zerstörbar sind. Eine Menge Schädlichkeiten, welche, mit der unter ihr liegenden Schicht in Berührung gebracht, für den ganzen Organismus gefährlich werden können, gehen an dieser oberen Schicht wirkungslos vorüber. Wässerige Flüssigkeiten können wegen der fettigen Beschaffenheit derselben nur nach dauernder Berührung damit eindringen. Sie schwillt dann auf und erscheint weiss. Sie lässt sich durch Kochen von dem darunter liegenden Derma trennen. Die Blasen nach Verbrennungen und anderen starken Hautreizen bestehen nur in einer Erhebung der Oberhaut. Die losgetrennte Epidermis mit Wasser gekocht löst sich nicht auf. Eben so wenig löst sie sich in Alkohol oder

Aether. Von concentrirter Schwefelsäure wird die Oberhaut zuerst aufgeweicht und dann aufgelöst. Daher fühlt sich Schwefelsäure schlüpfrig an. Salpetersäure greift die Oberhaut weniger an, hinterlässt aber eine gelbe Färbung, die so lange bleibt, bis sich die gefärbte Stelle abgenutzt hat. Sehr leicht löst sich die Oberhaut in kaustischen Alkalien, aber nicht in kohlensauren. Schwefelalkalien färben sie lederbraun oder selbst schwarz, Goldchlorid purpurroth, salpetersaures Silberoxyd zuerst milchweiss und durch Lichteinfluss nach und nach schwarz, salpetersaures Quecksilber rothbraun. Alle diese Farben sind beständig und verschwinden erst mit der Oberhaut selbst. Indem die Oberhaut sich mit den genannten Metallen verbindet, verhindert sie ihr weiteres Eindringen in den Organismus und bewahrt diesen dadurch vor gefährlichen Störungen. Will man daher durch die Haut in den Organismus Stoffe zur Heilung einführen, so legt man in vielen Fällen zuerst ein Blasenpflaster, schneidet die gebildete Blase auf, und bringt den Arzneikörper dann auf die von der Epidermis entblöste Stelle. Man nennt diese Methode die endermatische. Die Epidermis ist nicht überall gleich dick. Selten beträgt ihre Dicke unter $\frac{1}{20}'''$. An der Hand und der Fussohle steigt dieselbe aber auf $\frac{1}{2}'''$ — $1'''$. Die Schwielen und Hühneraugen sind nichts, als eine durch Druck veranlasste Verdickung der Epidermis. Bei den Hühneraugen wird durch den fortdauernden Druck von aussen die verdickte Epidermis in das darunter liegende Derma hineingedrückt. Die Substanz der Epidermis gehört zu den hornartigen. Die Oberhaut enthält

ungefähr 95 pCt. Hornstoff, $\frac{1}{2}$ pCt. Fett, etwas schwefelsauren und phosphorsauren Kalk und Spuren von Mangan und Eisen. Die Oberhaut ist der Sitz der Hautfarbe. Beim Neger ist das Pigment in Gestalt sehr kleiner Körnchen durch das ganze Gewebe der Oberhaut verbreitet. Vorzüglich findet es sich in den tiefer gelegenen Epidermiszellen. Die chemischen Eigenschaften dieses Pigments sind noch unbekannt. Beddoës und Fourcroy fanden, dass die lebende Negerhaut unter der Einwirkung von Chlorwasser gebleicht wurde, nach einigen Tagen aber wieder ihre frühere Farbe erhielt. Die beim Tätowiren eingebrachten Farben liegen tiefer. Sie gehören dem *Corpus papillare* der Mittelhaut an und scheinen durch die Oberhaut durch. Wird die Epidermis verletzt, so erzeugt sie sich leicht und rasch wieder. Sie wächst so spurlos wieder nach wie Haare und Nägel. In ihrer Form zeigt die Oberhaut einen treuen Abdruck von der unter ihr liegenden Hautschicht, und da diese mit kleinen Wärzchen besetzt ist, so finden wir sie mit entsprechenden Vertiefungen und Erhabenheiten versehen, die man besonders deutlich an den Handtellern und Fusssohlen sieht. Auf dem senkrechten Durchschnitte betrachtet, lassen sich an ihr drei verschiedene Lagen unterscheiden, die als drei verschiedene Entwickelungsstufen in einander übergehen und keine bestimmten Grenzen haben. (Fig. I. 1. 2. 3.)

Die äusserste Lage (Fig. I. 1.) besteht aus plattgedrückten Zellen, in denen sich ein Kern nicht mehr deutlich erkennen lässt. Sie sind in Essigsäure unlöslich und offenbaren schon dadurch ihre schützende Eigenschaft.

Die Grundform dieser Zellen scheint die sechseckige zu seyn *).

Die mittlere Lage besteht ebenfalls aus Zellen, die aber nach unten zu weit kleiner werden und einen deutlich sichtbaren Kern einschliessen (Fig. I. 2.). Sie werden durch Essigsäure aufgelöst.

Die unterste oder die dritte Lage besteht nur aus Zellenkernen in einem noch unentwickelten Zellenkeimstoff. Diese Kerne sind länglichrund und besonders zwischen den Wärzchen der Mittelhaut an den Fingerspitzen und Zehen dicht an einander gedrängt, mit ihrem einen Pol senkrecht gegen die Fläche, auf welcher sie ruhen (Fig. I. 3.).

Reisst man die durch Kochen gelöste Oberhaut so ab, dass die Spitzen von den Wärzchen der Mittelhaut nicht mit abgehen, so erscheint die unterste weiche Lage der Oberhaut, von untenher betrachtet, wie durchbrochen. Daher beschrieb Malpighi die unterste Lage der Epidermis als eine eigne netzförmige Membran, welche spätere Anatomen nach ihm *rete Malpighi* nannten. Es ist dieses *rete Malpighi* aber keine eigne Haut, sondern nur die unterste noch nicht entwickelte Schicht der Epidermis.

Als eine besondere Modification der Epidermis sind die Nägel zu betrachten, die ebenfalls mit abgehen, wenn die Epidermis von den Fingern abgelöst wird.

Die Nägel haben dieselbe Textur wie die Epidermis. Sie bestehen aus Zellen, die mehr oder weniger deutlich von der Nagelwurzel gegen die Spitze linear aufgereiht

*) In Betreff der Zelle als Formelelement verweise ich auf den dritten Abschnitt, wo ausführlich davon die Rede ist.

sind. Meist sind die Zellen etwas kleiner als in der Epidermis. Mit seinem weichen Theil steckt die Nagelwurzel in einer Falte des Derma, der sogenannten Nagelmutter. Mit seiner unteren Fläche ist der Nagel ebenfalls mit dem Derma verwachsen, dessen Papillen hier Riffe bilden, zwischen die sich der Nagel einsenkt. Seine untere Fläche erhält dadurch das streifige Ansehen.

2) Die Mittelhaut (*derma*), Lederhaut (*corium*), gibt der Haut ihre eigenthümliche Dehnbarkeit und Festigkeit, so dass sie im Stande ist, die Theile, welche sie umgibt, in ihrer Lage zu erhalten und gegen Gewaltthätigkeiten zu schützen. Sie besteht aus einer Menge sich vielfach durchflechtender Zellstofffasern, denen contractile Fasern beigemischt sind, und enthält ausserdem reichlich Gefässe und Nerven. Sie ist daher sehr empfindlich und vermöge ihrer contractilen Fasern zu einer gewissen lebendigen Zusammenziehung befähigt. Vermöge ihrer Zellstofffasern gibt sie beim Kochen mit Wasser Leim. Eben so erhält man Leim, wenn sie bei gewöhnlicher Temperatur in verdünnte Säuren oder Alkalien gelegt wird. In Alkohol, Aether, fetten oder flüchtigen Oelen ist das Lederhautgewebe unlöslich. In einer Lösung von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd oder Quecksilberchlorid wird es durch Verbindung mit dem Metallsalz dichter und härter und ist dann gegen Fäulniss geschützt. Dasselbe findet Statt, wenn man Lederhaut in Gerbesäure legt. In der von Oberhaut und Unterhaut möglichst befreiten Lederhaut fand Wienholt:

1. Eigentliches Hautgewebe		32,53
	Albumin	1,54
	Alkoholextract	0,83
2. Flüssigkeiten	Wasserextract	7,60
	Wasser	57,50
		100,00

Die Lederhaut ist nicht überall gleich dick. An den Handtellern und Fusssohlen ist sie am stärksten. Wird sie verletzt, so entstehen Narben, als bleibende Spuren der Statt gefundenen Verletzung. Ihre obere Fläche ist ungleich. Sie ist hier mit einer Menge kleiner rundlicher Erhabenheiten versehen, den sogenannten Gefühlswärzchen (*papillae tactus*, Fig. I. a). Diese Wärzchen bestehen aus Büscheln von Gefässschlingen, denen unzweifelhaft auch Nervenschlingen beigemischt sind, denn die Empfindlichkeit der Haut steht mit der Häufigkeit dieser Wärzchen in geradem Verhältniss. Sie sind eben so hoch als an ihrer Basis breit. Ihre Höhe beträgt nach Krause im Durchschnitt $\frac{1}{30}'''$. Ihre Anordnung ist meist regellos, ausgenommen an den Handtellern und Fusssohlen, wo sie zu bestimmten Reihen gruppirt sind. Die untere Fläche der Lederhaut bildet nirgends eine so bestimmte Grenze wie die obere, sondern geht, indem ihre Fasern weicher und seltner und die davon gebildeten Maschen weiter werden, allmählig in die Unterhaut über.

Die Lederhaut ist der Sitz der Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen (*cryptae sebaceae*) sind kleine rundliche, entweder einfach flaschenförmige, oder in mehrere Zellen getheilte traubenförmige Säckchen von ver-

schiedener Grösse (Fig. II. a. a.). Sie liegen mit ihrem Boden in dem oberen Theil der Lederhaut und kommen überall in derselben vor, nur nicht in den Handtellern und den Fusssohlen. Sie kommen mit und ohne Haare in ihrem gemeinschaftlichen Ausführungsgang vor und man kann danach zwei Arten derselben unterscheiden. Es kommen aber keine Haare ohne diese Drüschen vor. Die Talgdrüsen sondern das Hauttalg (*sebum*) ab, wodurch die Haut geschmeidig erhalten wird. Nach Esenbeck besteht das Hauttalg aus:

Talg	24,2 pCt.
Osmazom mit Spuren von Oel	12,6 -
Wasserextract	11,6 -
Eiweiss und Käsestoff	24,2 -
Kohlensaurer Kalkerde	2,1 -
Phosphorsaurer Kalkerde	20,0 -
Kohlensaurer Talkerde	1,6 -
Essigsaurem und salzsaurem Natron	Spuren.

3) Die Unterhaut (*hypodermis*) besteht aus einem nachgiebigen lockeren Zellgewebe, das an den meisten Stellen Fettkügelchen enthält und daher auch den Namen Fetthaut (*panniculus adiposus*) führt. Wie die Oberhaut durch ihre hornartige Beschaffenheit, die Lederhaut durch ihre Derbheit und Dehnbarkeit nützt, so die Unterhaut durch ihre Weichheit. Sie ist gleichsam ein weiches Polster und eben so sehr geeignet, äussere Gewaltthätigkeiten abzustumpfen, als auch die Haut selbst gegen Druck und Reibung von innenher zu schützen. Zu diesem Zweck finden sich da, wo die Haut auf Knochen oder harten Gelenk-

theilen aufliegt, noch sogenannte Schleimbeutel (*bursae synoviales subcutaneae*).

Die Unterhaut ist ausserdem vermöge ihres Fettgehaltes ein vortreffliches Schutzmittel gegen die Kälte. Fett ist bekanntlich ein schlechter Wärmeleiter. Das Fettpolster in der Unterhaut macht daher die davon bedeckten Theile unabhängig von der äusseren Temperatur. Die Unterhaut ist der Sitz der Schweissdrüsen und der Haare.

Die Schweissdrüsen (*glandulae sudoriferae s. gl. cutis spirales*) fangen mit blinden Enden, die zu einem Knäuel vielfältig durch einander gewunden sind (Fig. I. 4.), in der Unterhaut an; ihr gemeinschaftlicher Ausführungsgang (Fig. I. b. b.) geht durch die Lederhaut, zwischen deren Papillen er spiralförmig gewunden hervortritt, und mündet als ein feines Grübchen auf der Oberhaut. An dem Ausführungsgange lassen sich drei Häute unterscheiden: eine innere Schleimhaut, ein äusserer seröser Ueberzug und eine dazwischen liegende mittlere Haut, die aus spiralförmig gewundenen Fasern besteht. Die Spiralfaserhaut entdeckte ich mit Hülfe von hydroiodiger Säure. Den Schweissdrüssen schreibt man vorzugsweise die Absonderung des Schweisses zu. Auf die Haut als Absonderungsorgan werden wir später noch zurückkommen.

Die Haare. Die anatomische Beschaffenheit derselben ist trotz vieler Untersuchungen noch nicht gänzlich aufgeklärt, weshalb ich sie von Neuem einer genauen Prüfung unterworfen habe. Die Haare sind gefäss- und nervenlose hornartige Organe. In ihren jüngeren Entwickelungsstufen rund, später platt, auf einer oder beiden Seiten eingedrückt,

fast von der Form einer 8. (Fig. III. 11. 12. 13.) Gegen die Spitze hin nimmt ihre Dicke allmählig ab. (Fig. III. 1.) Sie sind solid, sehr biegsam und elastisch, haben sehr verschiedene Farbe, ziehen an feuchter Luft mit Begierde Feuchtigkeit an, und können daher als Hygrometer benutzt werden. Man unterscheidet am Haar den Haarknopf und den Haarschaft, die Rinden und die Marksubstanz. Die Haare entwickeln sich wie die Zähne auf dem Boden eines Säckchens. Das Haarsäckchen oder der Haarbalg besteht aus einer gefässreichen eignen Haut, welche von der eingestülpten Oberhaut ausgekleidet wird. Man nennt diese Einstülpung die Wurzelscheide. Der Haarbalg liegt mit seinem unteren weiteren Ende in der Fetthaut, geht dann, sich flaschenartig verengend, durch die Lederhaut und Oberhaut und kommt auf letzterer mit dem Haare zu Tag. Indem er durch die Oberhaut tritt, umschliesst er das Haar so eng, dass er fast damit verschmolzen scheint. In den oberen Theil des Haarbalgs münden die Talgdrüsen (Fig. II. a.), so dass das Haar von Hauttalg rings umgeben wird. Presst man daher einen Haarbalg, so kommt dieses neben dem Haar hervor. Auf dem Boden des Haarbalgs befindet sich eine gefäss- und nervenreiche Papille, welche als die Bildungsstätte des Haars zu betrachten ist. Auf dieser Papille beginnt das Haar und sitzt auf dieser wie ein umgestülpter Trichter. Dieser aufsitzende Theil des Haars wird, weil er knollenartig verdickt ist, auch Haarknollen, Haarzwiebel genannt. Der Haarknollen oder Haarknopf zeigt bei jüngeren Haaren keine Fasern, wohl aber bei älteren, so dass dann der Vergleich mit einer Zwiebel

um so treffender wird (Fig. II. b.). Untersucht man weisse Thierhaare, z. B. von Kaninchen, Katzen oder Hunden, so unterscheidet man sehr deutlich eine innere dunklere Substanz, die Marksubstanz, und eine äussere hellere oder die Rindensubstanz. An ganz feinen Haaren, so wie in einiger Entfernung von der Haarspitze besteht die Marksubstanz aus einer Reihe neben einander liegender runder Zellen (Fig. III. 1 u. 2.). Sobald aber das Haar stärker wird, verlängern sich diese Zellen nach dem Querdurchmesser des Haars und nehmen eine mehr oder weniger deutlich sechseckige Form an (Fig. III. 4.). Bei noch weiter entwickelten Haaren erscheinen dann zwei Reihen Zellen neben einander, die oft mit einer einfachen Reihe Zellen von breiterem Durchmesser wechseln, so dass eine kleine Strecke der Marksubstanz nur von einer einzigen Reihe Zellen gebildet wird, oberhalb und unterhalb derselben aber eine doppelte Reihe kleinerer Zellen erscheint (Fig. III. 5.). Ich habe nicht entscheiden können, ob in diesem Falle die doppelte oder die einfache Reihe das Ursprüngliche ist, d. h. ob die doppelte Reihe durch Verschmelzung der gegenüberliegenden Zellen eine einfache bildet, oder ob die einfache durch Trennung in eine doppelte zerfällt. Werden die Haare noch breiter, so mehren sich auch die Zellenreihen. Man sieht drei, vier, selbst fünf neben einander (Fig. III. 6.). Endlich wird die Marksubstanz immer dunkler, und alle Zellen verschmelzen zuletzt zu einer krümlichen Masse. Dasselbe beobachtet man auf dem Querdurchschnitt der Haare (11. 12. 13.). Ich habe die Marksubstanz als aus Zellen beste-

hend geschildert, muss jedoch bemerken, dass es jedenfalls Zellen eigenthümlicher Art seyn müssen. Es lässt sich nämlich an ihnen nicht Inhalt und Wand unterscheiden, und sie scheinen nur dadurch zu wachsen, dass sich um sie herum neue Schichten anlegen. Bei einer recht sorgfältigen Untersuchung glaube ich daher auch an ihnen concentrische Kreise wahrgenommen zu haben (7.). In menschlichen Haaren habe ich von diesen Zellen nichts bemerkt, sondern nur eine dunkle verschmolzene Masse. Ich vermuthe jedoch, dass auch beim Menschen, wenn die Haare noch sehr jung sind, eine ähnliche Bildung vorkommt, und dass Gurlt dieselbe an den Haaren eines neugeborenen Kindes gesehen hat, denn er sagt, dass er das Mark hier deutlich zellig und einer gegliederten Conferve ähnlich gefunden habe*). Die Rindensubstanz der Haare erscheint nach innen zu faserig, nach aussen zu aber bildet sie eine Decke von dachziegelförmig über einander liegenden Schuppen. Beim Menschen sind diese Schuppen breiter und haben einen gezähnten Rand (8.). Bei Kaninchen, Katzen und Hunden sind die Schuppen spitzer und der Rand ist ebener (9. 10.). Diese Schuppen haben die auffallendste Aehnlichkeit mit den verhornten abgeplatteten Epidermiszellen, auch bemerkt man häufig an ihnen noch eine Spur von Kern. Will man diese Schuppen recht deutlich machen, so muss man die Haare mehrere Wochen in's Wasser legen. Die Schuppen quellen dann auf und springen sehr stark hervor.

*) Müller's Archiv f. Phys. 1836. p. 274. Ich habe auch beim Neugeborenen vergeblich nach Zellen gesucht.

In chemischer Beziehung bestehen die Haare nach van Laer*) hauptsächlich aus Protein + zwei At. Schwefel, eine Verbindung mit Schwefel, die der Verbindung mit Sauerstoff im Proteinbioxyd entspricht. Ausserdem aber enthalten die Haare einen eigenthümlichen Bindestoff, der dem Leim verwandt ist und sonst noch nirgends gefunden wurde. Dieser Körper ist wahrscheinlich die Zwischensubstanz der in den Haaren vorkommenden Fasern und Zellen, und für die Haare, was das Zellgewebe für die Muskeln ist. Er ist in Aether, Alkohol und kaltem Wasser unlöslich; in siedendem Wasser löst er sich auf, aber nicht in Essigsäure. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel C_{13} H_{20} N_6 O_5, das ist Leim C_{13} H_{20} N_4 O_5 plus N_2.

Mittelst Alkohol wurde aus den Haaren Margarin, Margarinsäure, Elain, ein in Wasser löslicher brauner Extractivstoff, Chlornatrium, Chlorkalium und milchsaures Ammoniak ausgezogen. Die Haare gaben 0,32—1,85 pC. Asche. Es fand sich darin Chlornatrium, schwefelsaurer Kalk, Chlormagnesium, phosphorsaurer Kalk, Phosphor, Eisenoxyd, Kieselerde. Der Gehalt an unorganischen Bestandtheilen war weder constant, noch für dieselbe Art Haar gleichartig. Die verschiedene Färbung der Haare leitet van Laer nicht von einer chemischen Verschiedenheit, sondern nur von einer physikalischen ab. Der grosse

*) Annal. d. Chem. u. Pharm. von J. Liebig u. F. Wöhler, Bd. 45. S. 147.

Schwefelgehalt der Haare, welcher im Durchschnitt 5 pCt. beträgt, ist die Ursache, warum viele Metallsalze rothes oder anders gefärbtes Haar schwärzen.

Die Schleimhäute.

Die äussere Haut setzt sich nach innen in die nicht geschlossenen Höhlen des Körpers als Schleimhaut fort. Die Bekleidung der inneren Körperoberfläche hat mit der Bekleidung der äusseren Körperoberfläche, als deren Fortsetzung wir sie betrachten, eine unverkennbare Aehnlichkeit. Sie weicht jedoch in sofern wesentlich von derselben ab, als ihre Beziehung zur Aussenwelt und zum eigenen Körper eine weit vielseitigere ist. Das Individuum grenzt sich durch seine innere Körperoberfläche zwar eben so sehr gegen die Aussenwelt ab, wie durch seine äussere, allein es eignet sich von hier aus zugleich nicht nur bestimmte Lebensreize und das Material für seine bildende Thätigkeit an, sondern gibt auch auf dieser Seite seines Leibes vorzugsweise wieder Stoffe an die Aussenwelt ab, daher die Bekleidungen der inneren Körperoberfläche, die sogenannten Schleimhäute, diesen Vorgängen entsprechend eingerichtet sind. Vor der Hand beschäftigen uns die Schleimhäute jedoch in dieser Hinsicht noch nicht. Die schützende Eigenschaft der Schleimhäute gegen die Einflüsse der Aussenwelt ist geringer, als die der äusseren Haut. Viele Stoffe, welche, auf die äussere Haut gebracht, für den Organismus unschädlich bleiben, veranlassen auf den Schleimhäuten sehr verderbliche Folgen. Die Schutzkraft der Schleimhäute ist darum doch nicht unbedeutend, denn

manche Gifte z. B., die, in Wunden gebracht, augenblicklich den Tod herbeiführen, können ohne Schaden verschluckt werden. Wie auf der äusseren Körperoberfläche, so finden sich auch auf der inneren bei manchen Thieren allerhand feste Gebilde, die den darunter liegenden Theilen zum besonderen Schutz und Anhalt dienen. — Während die äussere Körperoberfläche überall meist glatt erscheint, ist die innere dagegen vielfach mit Vorsprüngen, Falten, Runzeln, Zotten und dergl. versehen, theils um das Eindringen von manchen Stoffen in bestimmte Höhlen gänzlich zu verhindern, theils um das als brauchbar Aufgenommene zu einem desto längeren Verweilen zu nöthigen, und die Berührung damit zu vervielfältigen. Die Schleimhäute faulen leichter, als die äussere Haut, geben beim Kochen keinen Leim und werden durch Säuren leicht aufgelöst und zerstört. Wegen des sauren Magensaftes findet man daher die Schleimhaut des Magens einige Zeit nach dem Tode selten noch unversehrt. Wird die Schleimhaut oberflächlich verletzt, so erzeugt sie sich wahrscheinlich eben so spurlos wieder, wie die Epidermis; geht die Verletzung jedoch etwas tiefer, so entstehen Narben. So finden wir bei den in der Reconvalescenz gestorbenen Typhuskranken im Dünndarm an der Stelle ehemaliger Geschwüre Narben. Diese Narben zeichnen sich durch ihre glatte Oberfläche aus. Wie an der äusseren Haut, so lassen sich auch an den Schleimhäuten drei verschiedene Schichten unterscheiden.

1) Die oberste Schicht (*epithelium, superindumentum*) scheint zwar an einigen Stellen zu fehlen, bei ge-

nauer mikroskopischer Untersuchung lässt sie sich jedoch überall, wenn auch nicht immer gleich deutlich, auffinden. Sie besteht, wie die Epidermis, aus kernhaltigen Zellen. An manchen Stellen sind diese so sehr denen der äusseren Haut ähnlich, dass ein formeller Unterschied zwischen ihnen nicht gefunden werden kann. Das Epithelium ist von verschiedener Dicke. Im Durchschnitt beträgt dieselbe $\frac{1}{15}'''$. Im Allgemeinen ist das Epithelium um so zarter, je feiner die Schleimhaut ist, der es angehört. In dem dickeren Epithelium bilden die Zellen mehrere über einander liegende Lagen (geschichtetes Epithelium). Das zartere Epithelium besteht nur aus einer einzigen Lage Zellen (ungeschichtetes Epithelium). Ein solches findet sich auch als Ueberzug der geschlossenen Höhlen unseres Körpers. Durch Eintauchen in kochendes Wasser lässt sich das Epithelium ablösen. Nach Henle lassen sich an dem Epithelium drei Hauptformen unterscheiden, die jedoch nicht ganz streng geschieden sind, und zwischen denen Uebergangsformen vorkommen.

a. Pflasterepithelium, Plattenepithelium (*epithelium lamellosum*) besteht aus mehr oder minder weiten Zellen, die oft wie Mosaik dicht an einander liegen und durch Anhäufung über einander Schichten bilden (Fig. IV.). Die Zellen enthalten einen ovalen Kern, der meist zwei Kernkörperchen enthält; sie gleichen in ihrer Form ganz denen der Epidermis. Um sich davon eine Ansicht zu verschaffen, braucht man nur ein wenig ausgeworfenen Nasenschleim zu untersuchen, den man mit etwas jodiger Säure getränkt hat. Das Pflasterepithelium findet

sich in mehreren Lagen über einander im Inneren des knorpeligen Theils der äusseren Nase, in der Mundhöhle, an der vorderen Fläche des Kehldeckels, im Schlundkopf mit Ausnahme seines obersten Theils, in der Speiseröhre, im After, im vorderen Theil der Harnröhre, in der Schamspalte, Scheide und der unteren Hälfte des Mutterhalses. Ein sehr dünnes Pflasterepithelium, das nur aus einer oder sehr wenigen Schichten von Zellen besteht, überzieht die Conjunctiva des Augapfels, die innere Fläche der Sclerotica und Cornea, die hintere Fläche der vorderen Linsenkapselwand, die innerste Gefässhaut und alle serösen und Synovialhäute. Ein ebenfalls sehr dünnes, nur aus einer einzigen Lage kleiner Zellen bestehendes Epithelium findet sich in der Paukenhöhle, in den Zellen des *proc. mastoid.*, im Magen mit Ausnahme der Gegend des oberen und unteren Magenmundes, in den Harnkanälchen und Samenbläschen. Gemischt mit der folgenden Form findet sich das Pflasterepithelium in den Thränenkanälchen, Nierenbecken, Nierenkelchen, so wie überhaupt in den Anfängen und engen Räumchen der Ausführungsgänge aller acinösen Drüsen und auf der Innenfläche der einfachen Drüsenbälge.

b. Cylinderepithelium (*epithelium s. superindumentum cylindriacum*) besteht aus Zellen von einer conischen oder cylindrischen Form, die wie Palisaden neben einander stehen. Die spitzen Enden stecken in der Schleimhaut, die abgestumpften Enden liegen frei. In der Mitte zwischen dem spitzen und stumpfen Ende liegt der Kern (Fig. V.). Dieses Epithelium kommt vor auf der Schleim-

haut des Darmkanals von der Cardia des Magens bis zum After; in den männlichen Geschlechtstheilen, dem *vas deferens*, bis in die Samenkanälchen der Hoden, im *duct. choledochus*, *hepaticus*, *cysticus* und der Gallenblase; im *duct. wirsungianus*; im hinteren Theil der Harnröhre, den Ausführungsgängen der *prostata*, der Samenblasen und Cowper'schen Drüsen; in den langen Ausführungsgängen der Speicheldrüsen, selbst in den kleinen Folliculis des Magens und Darms. Eine Uebergangsform zwischen Pflaster- und Cylinderepithelium findet sich in der Harnblase. Bisweilen kommt es vor, dass mehrere cylindrische Zellen an einander gereiht sind, was Valentin senkrecht fadig aufgereihtes Epithelium nennt (Fig. VI. a.).

c. Flimmerepithelium (*epithelium vibratorium*). Ist seiner Form nach nicht wesentlich von dem vorigen verschieden. Die cylindrischen Zellen, aus denen es gebildet wird, haben aber an ihrem freien abgestumpften Ende 3—8 feine Wimperchen (Fig VI.). Diese Wimperchen sind in einer beständigen rotirenden Bewegung, welche selbst nach dem Tode oft noch längere Zeit fortdauert. Narkotische Gifte haben darauf keinen Einfluss. Dieses Epithelium findet sich in dem knöchernen Theil der Nasenhöhle, in dem knorpeligen Theil der *tuba Eustachii*, in den Thränengängen, dem Thränensack, an der Conjunctiva der Augenlider, in den Respirationswegen von den oberen Stimmritzenbändern bis in die letzten Verzweigungen der Bronchien; auf der Schleimhaut der weiblichen Geschlechtswerkzeuge, von der Mitte des Mutterhalses durch den Uterus und die Tuben bis zu den Fimbrien; endlich auch auf

den Wänden der Gehirnhöhlen. Um die Wimperbewegung kennen zu lernen, darf man nur ein Stückchen Schleimhaut aus den Luftwegen eines Frosches unter das Mikroskop bringen.

2) **Die mittlere Schicht** (*lamina media*) ist ganz structurlos und besteht aus einem feinkörnigen gleichartigen Stoffe. Die feinen Körnchen desselben bilden zum Theil Kerne, um die sich nach der oberen Schicht zu Zellen bilden, welche dem Epithelium angehören, nach unten zu gehen die Kerne in Fasern über, welche sogenannte Kernfasern darstellen und dem Bindegewebe angehören. Da, wo die Schleimhaut am dicksten und dünnsten ist, scheint die mittlere Schicht derselben fast ganz zu fehlen. In Wasser und Essigsäure ist dieselbe unlöslich, quillt aber in der letzteren auf und lässt die Kerne dann um so deutlicher sehen.

3) **Die unterste Schicht** (*subucula*, *membrana cellulosa submucosa*, *tunica nervea s. propria vasculosa*) besteht aus glänzend weissen Bündeln von Bindegewebe, die sich auf das Mannichfaltigste durchflechten und durchkreuzen. Ausserdem enthält diese Schicht eine reichliche Menge von Gefässen. Im Darmkanal nimmt man zwischen ihr und der darunter liegenden Muskelhaut namentlich auch die Lymphgänge wahr, welche vom Mesenterium her auf beiden Seiten des Darms grosse Schlingen bilden, die durch immer kleiner werdende Maschen mit einander in Verbindung treten. Sicher findet hier auch eine Ausbreitung von Nerven Statt. An manchen Stellen lässt sich an den Schleimhäuten die unterste Schicht derselben nicht wahrnehmen.

In den engsten Bronchialästen scheint unmittelbar auf das Epithelium eine Lage von contractilen Längsfasern zu folgen.

Alle Schleimhäute werden durch Schleim stets feucht und schlüpfrig erhalten. Der Schleim besteht theils aus den Fragmenten des abgestossenen Epitheliums, theils aus dem von den Schleimdrüsen abgesonderten Schleimsaft. Vielleicht findet ebenso, wie bei der äusseren Haut, auch auf der ganzen Schleimhautfläche eine unmerkliche Aushauchung Statt. Ausser den Epitheliumzellen findet man in dem Schleim häufig kleine runde granulirte Körnchen, meist grösser als die Kerne der Epitheliumzellen. Man hat sie Schleimkörnchen genannt, und sich über ihren Ursprung und ihre Bedeutung vielfach gestritten. Manche halten sie für unentwickelte Epitheliumkerne, andere für ein eigenthümliches Product der Schleimdrüsen. Ich habe indessen diese Körperchen niemals bei Thieren auf ganz gesunden Schleimhäuten gefunden. Wären sie etwas Normales, so müssten sie immer vorkommen. Dagegen finden sie sich in ausserordentlicher Menge, sobald eine Schleimhaut im Geringsten gereizt ist. Ich halte sie daher für identisch mit den sogenannten Exsudatkörperchen, d. h. mit den Körperchen, die sich in dem auf gereizten Stellen ergossenen Exsudat bilden. Bei weiter fortgeschrittener Entwickelung bilden sich daraus die Eiterzellen.

In chemischer Beziehung hat neuerdings Siemon auf einen eigenthümlichen Stoff im Schleim aufmerksam gemacht, den er für identisch mit Hornstoff hält. Er ist durch Hülfe von Alkali im Schleim gelöst, und fällt daraus nieder,

sobald Säuren das Alkali aufnehmen. Kemp*) fand bei einer Analyse des Schleims aus der Gallenblase nach Abzug von 10 pCt. Asche:

	I.		II.		III.
Kohlenstoff . . .	52,54	—	52,46	—	52,25
Wasserstoff . . .	7,95	—	7,64	—	7,83
Stickstoff	14,33	—	14,46	—	14,84
Sauerstoff / Schwefel . . .	25,18	—	25,44	—	25,08
	100,00	—	100,00	—	100,00

Betrachtet man die Formel des Proteins als $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$ und setzt voraus, dass der Kohlenstoff in obiger Analyse 48 Atome repräsentirt, oder mit anderen Worten, dass das Aequivalent des Kohlenstoffs eine constante Menge ist, so lässt sich für den Schleim die Formel $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{17}$ ableiten, woraus sich folgende procentische Zusammensetzung ergibt:

Kohlenstoff	52,48
Wasserstoff	7,09
Stickstoff	15,40
Sauerstoff / Schwefel	24,67
	100,00

Vergleicht man nun die Formel des Schleims mit der des Proteins, so haben wir:

Schleim $C_{48}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{17}$

Protein $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$

$H_6 \quad O_3 = 3 H_2 O$

*) Annal. d. Chem. u. Pharm. v. Wöhler u. J. Liebig Bd. 43. S. 115.

Der Schleim ist also gleich Protein + 3 At. Wasser.

Scherer fand für die mittlere Arterienhaut Protein + 2 At. Wasser. Es fehlt nun noch an einem Protein + 1 At. Wasser, um die Reihe vollständig zu haben.

Die Drüsen, welche den Schleim absondern, sind theils einfach, theils zusammengesetzt.

Die einfachen Schleimdrüsen (*cryptae mucosae simplices*) sind flaschenförmige Säckchen, deren blindes Ende in der untersten Schicht der Schleimhaut liegt. Bei manchen finden sich im Inneren zellige Vorsprünge. Im Magen heissen diese Drüschen Laabdrüschen. Sie stehen dicht neben einander, ihre blinden Enden sind oft etwas traubig angeschwollen, der Ausführungsgang ist bald einfach, bald getheilt, ihr Inhalt dunkel. Zwischen diesen Drüschen kommen viel grössere zusammengesetztere mit durchaus hellem Inhalt vor, besonders in der Nähe des Pylorus. Im Dünndarm heissen die einfachen Schleimbälge Lieberkühn'sche Drüsen. Es sind haarförmige blind endigende Röhrchen, die so dicht neben einander stehen, dass die Schleimhaut wie ein feines Sieb aussieht. Auch die Peyer'schen Drüsen, die besonders im *ileum* vorkommen, sind vielleicht nichts Anderes, als einfache Schleimbälge, die nur truppweise beisammen stehen.

Die zusammengesetzten Schleimdrüsen (*glandulae mucosae compositae*) bestehen aus einem Haufen kleiner Bläschen oder Zellen, die einen gemeinschaftlichen, oft ziemlich langen Ausführungsgang besitzen. Sie gleichen den grösseren Drüschen, die im Magen sich in der Pylorusgegend finden. Im Dünndarm führen sie den Na-

men Brunner'sche Drüsen. Am häufigsten finden sie sich im Duodenum.

b. Inneres Skelet.
(Knochensystem.)

Man sieht leicht ein, dass bei einer grösseren Entwickelung und Mannichfaltigkeit der Organe die äusseren Grenzen nicht mehr einen hinreichenden Anhaltspunct abgeben können, und dass ihre Bedeutung als Skelet bei den höheren Thieren zurücktreten muss. Wir finden dagegen bei diesen im Inneren und getrennt von allem Zusammenhang mit der äusseren Körperoberfläche fixe Puncte, welche den übrigen Organen zur Stütze dienen, damit nicht das eine vom anderen beeinträchtigt werde, und die Functionen aller mit Sicherheit und Leichtigkeit ausgeübt werden können. Diese festen Puncte im Inneren gestalten sich zu einem grossen zusammenhängenden Gerüste, welches vorzugsweise Skelet genannt wird, oder im Gegensatz zu dem bei niederen Thieren vorzugsweise entwickelten äusseren Skelet das innere heisst*).

*) Carus unterscheidet drei Arten von Skelet: 1) Hautskelet, 2) Eingeweideskelet, 3) Nervenskelet. Zum Hautskelet rechnet er alle Schalen, Schuppen, Schilder, hornige Ueberzüge und deren Fortsätze, als: Stacheln, Federn, Haare u. s. w. Zum Eingeweideskelet rechnet er: innerliche Schaalen der Verdauungswege, hornige Ueberzüge, Zähne, knorpelige Luftröhrenringe, Verknöcherungen an den Kanälen der Geschlechtswege u. s. w. Zum Nervenskelet rechnet er, was man vorzugsweise Skelet nennt: die Knochen der Rücken- und Schädelwirbelsäule mit den von ihnen ausgehenden rippenartigen und Gliedmaassenknochen.

In sofern das Skelet den übrigen Organen, insbesondere denen der Bewegung, zur Grundlage dient, muss seine Formation schon eine Andeutung des gesammten Organismus enthalten und namentlich einen Schluss auf seine Lebensweise zulassen. Daher ist denn die Individualität eines jeden Thieres schon im Skelet in hohem Grade ausgesprochen, dergestalt, dass dasselbe bei der Classification der Thiere ein sehr wichtiges unterscheidendes Merkmal abgeben kann. Die bekannte grosse Eintheilung des ganzen Thierreichs in Wirbelthiere und wirbellose ist daher, obwohl nur auf das Skelet gegründet, doch vollkommen gerechtfertigt.

Wenn bei einer gewissen Starrheit und Festigkeit doch zugleich eine möglichst freie Bewegung Statt haben soll, so ist einleuchtend, dass das Organ für die Fixation nicht ein ungetheiltes starres Ganze bilden darf, sondern aus Gliedern bestehen muss. Wir finden daher bei allen vollkommneren Organismen das Skelet gegliedert. Selbst da, wo das Skelet nicht aus Gliedern zusammengesetzt ist, besteht es wenigstens aus Stücken. Die Haltbarkeit des Skelets geht dadurch nicht nur nicht verloren, sondern wird sogar erhöht. Denn was gegliedert ist, schützt sich gegen zu heftige Gewalt durch seine Nachgiebigkeit, und was aus Stücken besteht, bricht jede Erschütterung leichter, als ein ungetheiltes Ganze. Dieses ist aber beim Skelet um so mehr der Fall, weil überall, wo sich die Glieder und Stücke desselben berühren, eine festweiche Substanz, der Knorpel, dazwischen gelegt ist. Manche Theile des Skelets, die fest und doch zugleich möglichst nachgiebig

seyn sollen, sind ganz und gar aus Knorpel gebildet, und selbst jeder Knochen ist eine Zeit lang nur Knorpel. Wir haben demnach zu betrachten den Knorpel und die Knochen.

Der Knorpel.

Ihrer Bestimmung nach lassen sich die Knorpel in drei Abtheilungen bringen.

1) Knochenknorpel. Hierunter verstehe ich diejenigen, welche zu den Knochen in der innigsten Beziehung stehen, d. h. entweder der Knochenbildung vorausgehen oder an dem gebildeten Knochen integrirende Theile ausmachen, wie die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkenden und die Rippenknorpel.

2) Gerüstknorpel sind diejenigen, welche besonderen Organen zur Grundlage dienen. Sie geben den Organen, welchen sie angehören, nicht nur ihre Gestalt, sondern neben einer gewissen Nachgiebigkeit auch die nöthige Steife. Die meisten von ihnen sind scheibenartig, haben verschiedene Vertiefungen oder Erhabenheiten und werden von einem feinen fest anhängendem Perichondrium überzogen. Es gehören hierher die Knorpel der Gehör-, Geruch- und Gesichtsorgane, sowie die Knorpel der Kehle und der Luftröhre.

3) Zwischenknorpel. Hierher gehören diejenigen, welche als Zwischenkörper zwischen zwei Knochen eingeschoben sind. Sie zerfallen in:

a. Zwischenknorpel mit freien Gelenkflächen (*menisci*). Sind ovalförmige oder runde Knorpel, die nur an ihren äusseren Rändern mit der Gelenkkapsel

befestigt sind. Ihre den Knochen zugewandten Flächen sind glatt, etwas concav und mit einer Synovialmembran überzogen. Sie dienen besonders dazu, den Druck zweier Knochen auf einander zu mindern. Es gehören hierher: die Zwischengelenkknorpel des Kniees, des Sternoclaviculargelenks des Unterkiefers und des Carpus.

b. Verwachsene Zwischenknorpel oder Bindeknorpel vermitteln zwischen zwei Knochen eine unmittelbare sehr innige Verbindung und erlauben dabei theils gar keine, theils eine mehr oder minder freie Beweglichkeit der verbundenen Knochen. Hierher gehören der Nathknorpel der Kopfknochen und die Bindeknorpel der Wirbelsäule und der Beckenknochen.

Mikroskopisch untersucht lassen sich nach Gerber an den Knorpeln folgende Formen der Zusammensetzung unterscheiden:

1) Zellenknorpel, welche in einer interzellulären Hyalinsubstanz zerstreute Zellen, die sogenannten Knorpelkörperchen, enthalten.

2) Netzknorpel, welche von einem dem elastischen Gewebe mehr oder weniger entsprechenden Faden oder Fasernetz durchzogen sind, in dessen Maschen zum Theil Knorpelzellen eingeschlossen sind.

3) Fadenknorpel (Faserknorpel)*), welche gleich-

*) Henle nennt unächte oder Faserknorpel alle diejenigen, deren Grundlage faserig ist. Er rechnet hierher die Zwischenwirbelbänder, die Synchondrosen, die Knorpel des Ohrs, die Epiglottis, die Santorinischen und Wrisbergischen Knorpel, den Knorpel der *Tub. Eustachii*, den Zwischengelenkknorpel des Sternoclaviculargelenks und die knorpeligen Uebergänge

sam zwischen den Faserbändern und den Netzknorpeln stehen und bald mehr dem einen, bald mehr dem anderen nahe kommen, je nachdem sie aus elastischen parallelen Fäden bestehen, deren Bündel sich kreuzen, oder einem dichten elastischen Gewebe.

der Gelenkflächen des Kiefergelenks. Allgem. Anatomie S. 799. Zu den ächten oder wahren Knorpeln, deren Grundlage homogen ist, rechnet er: die Trochlea, die Knorpel der Nase, des Respirationsapparates mit Ausnahme der Santorinischen Knorpel und der Epiglottis, die *corpuscula triticea* der *ligam. hyothyreoid. lateral.*, die Rippenknorpel, den schwertförmigen Fortsatz des Brustbeins, endlich die Gelenkknorpel mit Ausnahme des knorpeligen Ueberzugs der *cavit. glenoid.* und des Gelenkkopfs des Kiefergelenks. Allgem. Anatomie S. 791.

J. Müller unterscheidet 4 Klassen der Knorpel:

a. Knorpel mit Knorpelkörperchen. Hierher gehören: Rippenknorpel, Kehlkopfknorpel grösstentheils, Luftröhrenknorpel, Nasenknorpel, Knorpel der *Tub. Eust.*, Knochenknorpel vor der Ossification, Gelenkknorpel. Alle diese Knorpel geben beim Kochen keinen Leim, sondern Chondrin.

b. Gewebe der Cornea. Die Cornea ist nach Müller ein durchsichtiger Faserknorpel. Sie besteht aus sich durchkreuzenden Bündeln von hellen Fasern ohne Knorpelzellen und löst sich ganz in Chondrin auf.

c. Spongiöse Knorpel sind gelb, schwammig, zellig, mit sparsamer faseriger Interzellularsubstanz. Geben selbst nach mehrtägigem Kochen nur wenig, nicht gelatinirendes Chondrin. Hierher gehören: die gelblichen Knorpel des äusseren Ohrs, der Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergischen Knorpel des Kehlkopfs.

d. Ligamentöse Knorpel. Hier bilden Fasern die Hauptmasse. Zellen fehlen entweder ganz oder sind äusserst sparsam. Es gehören hierher die Zwischengelenkknorpel, die *ligamenta intervertebralia*, die Symphysen. Sie geben nach längerem Kochen Chondrin. Physiologie des Menschen 4te Aufl. S. 293.

Es bleibt uns nun noch übrig, über die dem Knorpel eigenthümlichen Körperchen etwas Näheres hinzuzufügen.

Die sogenannten Knorpelkörperchen oder Knorpelzellen sind nach Schwann das Primitive am Knorpel, die Zwischensubstanz entsteht zum Theil später. Die Knorpelzellen liegen nach Schwann Anfangs dicht neben einander und besitzen sehr dünne Wände (Fig. VII.). Bei fortschreitender Entwickelung verdicken sich die Wände immer mehr und die davon umschlossenen Höhlen werden kleiner (Fig. VIII u. IX.). Zuletzt verschmelzen die verdickten Wände dergestalt, dass sich eine besondere Zellenmembran nicht mehr unterscheiden lässt *). Die Substanz zwischen den Höhlen besteht daher zum Theil aus den verdickten und verschmolzenen Wänden, zum Theil aus wirklicher Interzellularsubstanz. Die Zellen haben einen durchsichtigen Inhalt und lassen zum Theil frisch, zum Theil erst nach Einwirkung von Essigsäure einen Kern wahrnehmen (Fig. VII. a.). Die Knorpel wachsen, indem sich in dem Bildungsstoff (Cytoblastem) ausserhalb der Knorpelzellen ein Zellenkern und um diesen eine Knorpelzelle bildet. Es können jedoch auch innerhalb der Zellen junge Zellen entstehen, diese beziehen sich aber wahrscheinlich nur auf die Metamorphose und nicht auf das Wachsthum des Knorpels.

Untersucht man Knorpelzellen in verschiedenen Knorpeln und zu verschiedenen Zeiten, so findet man sie nach Gestalt, Grösse, Menge, Lage und Inhalt ausserordentlich verschieden.

*) Schwann beobachtete dies an den Kiemenstrahlen der Plötze.

Ihre Gestalt ist bald rund, oval, halbmondförmig, keilförmig, schlangenförmig, dreieckig, viereckig. Ihr Umriss besteht meist nur aus einer einfachen Linie, doch kommen auch welche mit doppelten Umrissen vor. Oft sind sie abgeplattet und ihr Ansehen fällt daher sehr verschieden aus, je nachdem man sie von der schmalen oder von der breiten Seite her zu sehen bekommt.

Ihre Grösse beträgt nach Krause in die Länge $\frac{1}{180}-\frac{1}{50}'''$, in die Breite $\frac{1}{250}-\frac{1}{64}'''$. Ich habe jedoch noch grössere gefunden.

Ihre Menge verhält sich zur Grundsubstanz in manchen Knorpeln an bestimmten Stellen wie 3:1 oder selbst wie 4:1; an anderen Stellen findet sich grade das Umgekehrte, so dass sich die Masse der Knorpelkörperchen zur Grundsubstanz wie 1:3 verhält. Zwischen beiden Extremen gibt es aber eine Menge Uebergangsstufen.

Ihre Lage ist nicht minder verschieden. Bald liegen sie ziemlich regelmässig gleich weit von einander, bald ganz regellos durch einander; bald finden sie sich einzeln und zerstreut, bald paarweise, in Haufen oder in langen Reihen.

Ihr Inhalt ist bald klar, farblos und flüssig, bald körnig und mehr oder weniger consistent. Bald findet sich darin ein Kern, bald keiner. Die Kerne sind rund, oval, eckig, bestehen aus einer mehr oder weniger körnigen Substanz und enthalten eins oder auch mehrere Kernkörperchen. Manche schliessen Fetttröpfchen ein. Wo diese vorkommen, finden sich auch in anderen Theilen der Zelle, namentlich um den Kern herum, kleine Fettpartikelchen.

Eine solche Knorpelzelle kann sich zuletzt ganz zu einer Fettzelle umwandeln.

Alle diese Verschiedenheiten sind jedoch kein blosses Spiel der Natur, sondern stehen mit dem Zweck und der Entwickelung des Knorpels in Zusammenhang, wenn schon es uns noch nicht geglückt ist, diesen überall nachzuweisen. Wir werden später darauf zurückkommen.

Chemisch untersucht zeigen die Knorpel mehrere Eigenthümlichkeiten, wodurch sie sich sowohl von den Knochen als auch unter einander unterscheiden.

Das specifische Gewicht der ächten Knorpel oder der Zellenknorpel beträgt 1,15 — 1,16. Der organische Bestandtheil aller Knorpel liefert beim Kochen eine dem Leim ähnliche Substanz, das von J. Müller entdeckte Chondrin (Knorpelleim). Das Chondrin scheint besonders von den Knorpelkörperchen herzurühren, denn je mehr ein Knorpel davon enthält, um so reichlicher gibt er beim Kochen Chondrin.

Das Chondrin hat folgende Eigenschaften: Es ist trocken eine durchsichtige, hornartige, glänzende Masse, meist farbloser als Knochenleim. Die Auflösung desselben in Wasser gibt mit den meisten Säuren Niederschläge, die sich aber in einem Ueberschuss des Fällungsmittels wieder auflösen. Nur Essigsäure macht eine Ausnahme davon. Der dadurch bewirkte Niederschlag wird selbst in concentrirter Essigsäure nicht wieder aufgelöst.

Das Chondrin wird ferner gefällt durch Alaun, Eisen und Kupfervitriol, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Eisenoxyd, salpetersaures Silberoxyd

und Quecksilberoxydul. Die durch Alaunerdesalze bewirkten Niederschläge bilden weisse compacte Flocken, die in Wasser unlöslich sind, sich aber in einem Ueberschuss des Erdsalzes, so wie in Lösungen von Kochsalz und essigsauren Alkalien wieder auflösen. Der durch schwefelsaures Eisenoxyd bewirkte Niederschlag löst sich nicht wieder in einem Ueberschuss des Fällungsmittels, wohl aber beim Kochen. Das Chondrin verbindet sich nicht wie der Leim mit chloriger Säure und wird durch Chlor nicht zersetzt. Im Uebrigen verhält es sich ganz wie Leim. Mulder hat das Chondrin analysirt. Dieser Analyse zufolge besteht es nach Abzug der Erdsalze aus:

		gefunden	Aequiv.	berechnet
Wasserstoff	=	6,63	260	6,61
Kohlenstoff	=	49,96	320	49,93
Stiffstoff	=	14,44	40	14,47
Sauerstoff	=	28,59	140	28,58
Schwefel	=	0,38	1	0,41

Die von Mulder für das schwefelfreie Chondrin aufgestellte Formel ist demnach:

$$H_{13}\ C_{16}\ N_2\ O_7$$

und im schwefelhaltigen Chondrin würden 20 At. desselben mit 1 At. Schwefel in Verbindung treten.

Die unorganischen Bestandtheile der Knorpel betragen ungefähr 3—4 pCt. Ihre Menge ist demnach weit geringer als in den Knochen. Nach Fromherz und Gugert enthalten 1000 Theile völlig ausgetrockneten Knorpels:

Organische Substanz:	Chondrin und Extracte . .	965,98
Unorganische Bestandtheile 34,02	Kohlensaures Natron . . .	11,93
	Schwefelsaures Natron u. Kali	8,66
	Chlornatrium	2,80
	Phosphorsaures Natron . .	0,31
	Kohlensauren Kalk . . .	6,25
	Phosphorsauren Kalk . .	1,38
	Phosphorsauren Talk . .	2,35
	Eisenoxyd und Verlust . .	0,34
		1000,00

Noch ist zu bemerken, dass das Chondrin als gerinnbares und nicht gerinnbares vorkommt.

Gerinnbares Chondrin geben: die verknöchernden Knorpel, die knorpeligen Gelenkenden und Rippenknorpel der *Tuba Eustachii*, die Knorpel des Kehlkopfs, der Luftröhre, der Nase und der Cornea. Das gerinnbare Chondrin bringt nur 20 Theile Wasser zum Gelatiniren, während gerinnbarer Leim 100 Theile gelatinirt.

Nicht gerinnbares Chondrin geben: die von Miescher sogenannten spongiösen oder gelben Knorpel, d.h. die Knorpel des äusseren Ohrs, der Knorpel des Kehldeckels, die Santorinischen und Wrisbergischen Knorpel. Wahrscheinlich auch alle Zwischengelenkknorpel, die *ligamenta intervertebralia* und die Symphysen. Der früher von Müller in dem Zwischengelenkknorpel des Kniees gefundene Leim rührt vielleicht nur von eingemischtem Bindegewebe her*). Nach Schwann**) geben die Knor-

*) Nach Henle sind die Fasern der meisten sogenannten Faserknorpel wahre Bindegewebsfasern.

**) Mikroskopische Untersuchungen S. 31.

pel des Fötus und selbst die Knochen desselben nicht gerinnendes Chondrin, und selbst dieses nur sparsam. Ob die aus den Knochen des Fötus gewonnene nicht gerinnbare Flüssigkeit ganz frei von Knochenleim war, liess sich nicht bestimmt ermitteln. Dass sie aber Chondrin enthielt, ging aus ihrem Verhalten gegen die angewandten Reagentien hervor. Die Apophysen der Schenkelknochen und der knorpelige Theil der Schulterblätter von Schweineembryonen, die 3½ Zoll maassen, zerfielen nach 12 Stunden in ganz kleine Blättchen, die, im Wasser umgerührt, diesem ein schillerndes Ansehen gaben. Auch beim Kochen der Knochen von denselben Embryonen erschienen in der Flüssigkeit viele schillernde Blättchen, die getrocknet wie Fischschuppen aussahen. — Das gelatinirende und nicht gelatinirende Chondrin unterscheidet sich wie der gelatinirende und nicht mehr gelatinirende Leim vielleicht nur durch Hydratwasser, und dieser Unterschied entsteht, wie beim Leim, vielleicht nur durch das lange Kochen, denn die nicht gelatinirendes Chondrin gebenden Knorpel müssen weit länger gekocht werden.

Verknöcherung des Knorpels.

Die Verknöcherung des Knorpels beginnt regelmässig bald von einem, bald von mehreren Puncten, welche Verknöcherungspuncte (*puncta ossificationis*) genannt werden. Platte paarige Knochen, wie die Scheitelbeine, haben meist nur einen Verknöcherungspunct im Centrum. Von diesem schreitet die Verknöcherung nach allen Seiten hin fort. Unpaarige Knochen haben zwei oder mehrere Verknöche-

rungspuncte. Ebenso verhalten sich die kurzen Knochen. Bei den cylindrischen Knochen liegt der erste Verknöcherungspunct in der Mitte und in der Achse, und die Verknöcherung schreitet nach der Oberfläche und den Enden hin fort. In manchen Fällen werden durch die Verknöcherung Knorpel zu einem zusammenhängenden Ganzen vereinigt, die früher getrennt waren. So sind lange vor der Geburt die Epiphysen der Röhrenknochen von den Mittelstücken gesondert. Im frühesten knorpeligen Zustande scheinen sie durch Perichondrium von einander abgegrenzt zu seyn, später, wenn die einzelnen Stücke Knochen geworden sind, befindet sich eine Schicht Knorpel zwischen denselben, welche erst nach vollendetem Wachsthum in Knochen übergeht. Das Heiligenbein besteht, so lange es knorpelig ist, aus einzelnen Wirbeln, die bei der Verknöcherung desselben aber fest mit einander verwachsen. Endlich gibt es Knochen, welche zuerst ein einziges Stück ausmachen, dann durch die Verknöcherung in mehrere Stücke zerfallen und zuletzt wieder zu einem zerschmelzen, dahin gehören die Darmbeine. Viele Löcher und Kanäle in der Continuität der Knochen, werden vor vollendeter Entwickelung von mehreren getrennten Stücken begrenzt und erweitern sich dadurch, dass die einzelnen Stücke wachsen, z. B. das Hinterhauptsloch, das *foramen obturatorium*, der Wirbelkanal, doch ist dieses Gesetz keineswegs allgemein gültig, wie die *foramina nutritia* der Röhrenknochen zeigen. Knochen, die im Erwachsenen durch Gelenkflächen an einander stossen, sind auch schon in der ersten Anlage getrennt. Am frühesten verknöchern nach Beclard das

Bayerische Staatsbibliothek München

Schlüsselbein und die Kiefer, dann Oberarm und Oberschenkel, Vorderarm und Unterschenkel, Rippen, Wirbel, Schädelknochen. Die Kniescheibe und die Handwurzel verknöchern zuletzt. Das *os pisiforme* erst im sechsten bis zwölften Lebensjahr. Die Mittelstücke der Röhrenknochen zeigen eher als die Epiphysen Knochenkerne.

Was den Verknöcherungsprocess selbst betrifft, so ist dieser trotz wiederholter Forschungen noch keineswegs ganz nach Wunsch aufgeklärt, und namentlich ist das Verhältniss der Knorpelkörperchen zu den in dem Knochen erscheinenden Knochenkörperchen noch nicht mit Gewissheit festgestellt. Ich habe daher diesen Gegenstand von Neuem untersucht und bin im Wesentlichen zu denselben Resultaten gekommen wie Bidder*). Untersucht man bei einem neugebornen Kinde die Condyli am unteren Ende des Schenkelbeins, so findet man sie noch ganz knorpelig und von Kanälen durchzogen, die Fettkügelchen und Blutgefässe enthalten. Unmittelbar unter der Synovialhaut erscheinen die Knorpelkörperchen von meist länglicher Form, mit ihrem Längendurchmesser parallel der Gelenkfläche. In der folgenden Region kommt dann eine Partie Knorpelkörperchen, die ganz regellos durch einander liegen (Fig. X.) und die verschiedenartigsten Formen besitzen. Es lassen sich jedoch zwei Hauptarten unterscheiden, nämlich runde und stabartige. An den letzteren lässt sich mit Bestimmtheit nicht entscheiden, ob sie als kernhaltige Zellen zu betrachten sind, selbst nicht mit Hülfe von jodiger

*) J. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1843.

Säure*). Sie haben ein körniges Innere, und da, wo sie am dicksten sind, häuft sich der körnige Inhalt, ohne dass man jedoch die Umrisse eines Kerns unterscheiden kann. Dagegen sieht man an den runden Zellen oft deutlich einen Kern. In der nun folgenden Region gruppiren sich die Knorpelkörperchen zu Säulen, die gegen den Knochen gerichtet sind (Fig. XI.), und nehmen eine gleichmässigere Form an. Diejenigen, welche die Säulen bilden, haben ein längliches Oval, das an dem einen Ende oft etwas mehr zugespitzt ist. Dazwischen kommen aber auch ganz runde vor. Betrachtet man die Säulen auf dem Querdurchschnitt, so sieht man, dass sie aus mehreren Reihen gebildet sind (Fig. XII.). Die Knorpelkörperchen liegen in diesen Säulen sehr nahe, ohne sich zu berühren. Die Entfernung der Säulen von einander ist nicht immer gleich gross; an manchen Stellen ist sie ziemlich bedeutend, an anderen nur gering. In der nun folgenden Region, welche dem Knochen zunächst liegt, werden die Knorpelkörperchen bedeutend grösser, rücken dichter an einander und lassen deutlich eine Zelle mit einem Kern unterscheiden (Fig. XIII.) **). Die Anordnung in Säulen erhält sich. Dem Knochen zunächst bilden die Säulen ein Continuum, in dem die grossen Zellen dicht auf einander gepresst sind

*) Jodwasserstoff, in dem Jod aufgelöst worden ist. Nach meinen Erfahrungen das vorzüglichste Mittel, um Zellenkerne sichtbar zu machen. Da es die Zellen nicht auflöst, besitzt es in gewissen Fällen wesentliche Vorzüge vor der Essigsäure.

**) Fig. XIII—XVII sind bei einer stärkeren Vergrösserung gezeichnet. Man glaube daher nicht, dass die Knorpelkörperchen um so viel grösser werden, als es der Zeichnung nach scheint.

(Fig. XVII.). Um die Säulen herum lagert sich nun zuerst und vom Knochen her deutlich Knochenerde ab, so dass die davon eingeschlossenen Stellen etwas trübe erscheinen. Man kann auch hier zwei Arten von Zellen unterscheiden: grosse runde Zellen mit einem runden Kern und einem feinkörnigen Inhalt diesem zunächst, (wie in Fig. XIV u. XV.) und längliche Zellen von unbestimmter Form mit einem zackigen, oft sehr langen und schmalen Kern, ohne weiteren Inhalt. Dieser zackige Kern liegt aber nicht in der Zelle, sondern in ihrer Wand, zum Theil ausserhalb derselben. Wahrscheinlich kommt es daher auch, dass manche Zellen ganz leer erscheinen (Fig. XVI.). Verfolgt man die zackigen Kerne weiter, so sieht man sie immer mehr freie Aestchen austreiben, die denen von benachbarten Kernen entgegenwachsen. Durch Kalkaufnahme bilden sich daraus die Knochenkörperchen. Die Zellen, an denen sie sich befinden, werden zugleich immer dichter zusammengepresst, ihre Wände nehmen auch Knochenerde auf und veranlassen wahrscheinlich den lamellösen Bau des Knochens. Die runden Zellen dagegen verwandeln sich, indem sie mit einander verschmelzen, in Markkanälchen. Dieses lässt sich jedoch mehr vermuthen, als direct beobachten. Ueberhaupt ist bei diesem Vorgange Manches noch nicht recht klar. So weiss man nicht recht, sind die stabförmigen Knorpelkörperchen in der äusseren Region Zellen oder Zellenkerne oder Zellen mit Kernen, oder die Reste von beiden, und was wird aus diesen? Bilden sie sich in die um, welche die Säulen zusammensetzen? Das ist nicht recht wahrscheinlich. Die Knorpelkörperchen,

welche die Säulen bilden, sind zu sehr davon verschieden. Sie sind ganz entschieden Zellen und kommen in dieser Form und Anordnung vielleicht nur im verknöchernden Knorpel vor. Die stabförmigen Knorpelkörperchen scheinen sich immer mehr und mehr zu strecken, es werden wahrscheinlich daraus Fasern, die wieder zu Lamellen verschmelzen können. Es kommen jedoch im Knorpel auch Fasern vor, die aus Elementarkörnern zu entstehen scheinen. Davon wird später noch die Rede seyn.

Die Knochen.

Sind theils compact, theils spongiös. Ihre Aussenfläche ist mit Ausnahme der überknorpelten Gelenkenden von einem gefässreichen dichten fibrösen Gewebe, der Beinhaut *(periosteum)*, überzogen. Ihre Substanz besteht aus sehr dünnen über einander liegenden Schichten. Die Dicke dieser Schichten beträgt nach Krause $\frac{1}{325}$ — $\frac{1}{135}$''', im Mittel $\frac{1}{250}$'''. Sie laufen theils concentrisch um die sogenannten Markkanälchen, theils stellen sie grössere, die ganze äussere Fläche des Knochens bildende Lagen dar. Noch andere verschiedentlich gebogene Schichten füllen die Räume zwischen den inneren kleineren und äusseren grösseren Lamellen aus (Fig. XVIII.).

Dieser Bau trägt zur Festigkeit der Knochen gewiss nicht wenig bei. Man kann in dieser Beziehung die gewölbten Schichten der Knochen einigermaassen den Brückenbogen vergleichen. Durch den ganzen Knochen verbreitet sich ein feines Netz von Kanälen von sehr verschiedenem Durchmesser, die Markkanälchen (Fig. XVIII

und XIX. a.). Diese Kanälchen erweitern sich häufig zu Zellen, oder gehen auch ohne Erweiterung in Zellen über, die Markzellen. In manchen Knochen, wie in den Röhrenknochen, kommt im Inneren auch noch eine grosse centrale Höhle vor, die Markhöhle, welche wesentlich von den kleineren Markkanälchen nicht verschieden ist. Markkanälchen, Markzellen und Markhöhle stehen sämmtlich mit einander in Verbindung und enthalten ein lockeres Bindegewebe, welches Fett (Knochenmark) einschliesst, und reich an Blutgefässen ist. Dadurch, dass der Knochen mit Fett erfüllte Höhlen und Kanäle einschliesst, erlangt er eine bestimmte Leichtigkeit, und fällt dem Körper nicht zur Last. Unter dem Mikroskop zeigt die compacte Knochensubstanz kleine länglichrunde Körperchen, die Knochenkörperchen, von denen feine winkliche Kanälchen, die Kalkkanälchen (*canaliculi chalicophori*), ausgehen, die mit einander anastomosiren*) (Fig. XX und Fig. XVIII u. XIX b.). Ob die Kalkkanälchen mit den Markkanälchen oder Markzellen in Verbindung treten, weiss man noch nicht, doch ist es nicht wahrscheinlich. Die Lage der Knochenkörperchen steht in Einklang mit den Knochenlamellen. Sie liegen daher in den Röhrenknochen in mehrfachen Kreisen um die Markkanälchen (Fig. XVIII.), und wo die Knochenlamellen anders verlaufen, ändert sich auch demgemäss die Lage der Knochenkörperchen. Die erste Entstehung der Knochen zeigt sich in der Anlage

*) Die Knochenkörperchen sind von mir auch in der Haut der Seidenraupen entdeckt worden. J. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1844.

der Wirbelkörper. Valentin unterschied dieselben schon bei einem 6''' langen menschlichen Embryo.

Die Knochen haben ein spec. Gewicht von 1,8—2,3. Sie lassen sich chemisch in zwei Substanzen trennen, in eine organische, die dem Knorpel gleicht, aber beim Kochen nicht Chondrin, sondern Leim gibt, und eine anorganische, die vorzugsweise aus Kalksalzen besteht. Will man den organischen Bestandtheil für sich haben, so legt man den Knochen einige Zeit in verdünnte Salzsäure. Die Kalksalze werden dadurch aufgelöst und ausgezogen. Der so behandelte Knochen behält seine Form, wird aber weich und elastisch, und durchscheinend. Getrocknet zieht er sich zusammen und wird brüchig. Gekocht verwandelt er sich sehr schnell in Leim, und es bleibt nichts übrig als eine geringe faserige Masse, wahrscheinlich Reste von Gefässsen.

Will man den anorganischen Bestandtheil der Knochen für sich erhalten, so muss man die Knochen glühen. Die organischen Bestandtheile verbrennen alsdann und die Knochenerde bleibt zurück, zum Theil jedoch in Verbindung mit Stoffen, die dem organischen Bestandtheile der Knochen angehörten und beim Verbrennen desselben sich nicht verflüchtigten. So bleibt z. B. schwefelsaures Natron zurück, das als Schwefel und kohlensaures Alkali in den organischen Theilen vorhanden war. Auch bei dieser Behandlung behält der Knochen seine Form, ist aber sehr zerreiblich. — Das Verhältniss der thierischen und erdigen Bestandtheile des Knochens ist nicht immer gleich. Es wechselt nach dem Alter und in Krankheiten, und ist ver-

schieden in verschiedenen Knochen desselben Skelets. Dem richtigen Verhältnisse zwischen erdigen und thierischen Bestandtheilen verdankt der Knochen seine eigenthümliche Härte und Elasticität. Enthält der Knochen zu wenig erdige Bestandtheile, so wird er biegsam und krümmt sich unter der Last des Körpers und dem Zuge der Muskeln. Enthält er zu viel erdige Bestandtheile, so wird er spröde und bricht leicht, wie dieses bei Greisen häufig vorkommt. Die thierische Substanz des Knochens beträgt nach Schreyer beim Kinde 48,48, bei Erwachsenen 74,84, bei Greisen 84,10 pCt. Nach Frerichs *) sind die Unterschiede jedoch nicht so auffallend. Derselbe fand in dem

	unorgan. Bestandth.	organ. Bestandth.
pars petrosa ossis temp. eines Erwachsenen **)	70,2	29,8
humerus eines Erwachsenen	68,3	31,7
humerus und *ulna* eines 8monatlichen Fötus .	63,2	36,8
os parietale eines Erwachsenen	68,5	31,5
- - eines dreijährigen Kindes . . .	66,3	33,7
maxilla inferior eines Erwachsenen . . .	68,0	32,0
- - eines dreijährigen Kindes .	62,8	37,2
radius eines Erwachsenen	66,3	33,7
- eines 10jährigen Knaben	65,5	34,5
fibula eines Erwachsenen	66,5	33,5
tibia - -	66,2	33,8
costa - -	65,3	34,7

*) Annal. der Chem. u. Pharm. von F. Woehler u. J. Liebig Bd. 43. S. 252.

**) Die als Knochen eines Erwachsenen aufgeführten waren alle von demselben Skelet.

	unorgan. Bestandth.	organ. Bestandth.
os metatarsi eines Erwachsenen	65,9	34,1
sternum - -	64,7	35,3
patella - -	63,7	36,3
corp. vertebrae lumbor. eines Erwachsenen .	60,5	39,5
cariöse Excrescenzen einer *fibula*	61,2	38,8

Die in der vorstehenden Tabelle erwähnten Knochen wurden vor der Untersuchung sorgfältig gereinigt, zerstossen, mit Aether von Markfett befreit und dann im Oelbade bei 130—140° getrocknet. Rees und Andere haben früher bei ähnlichen Untersuchungen den Gehalt der Kalksalze geringer angegeben, was jedoch von einer unvollkommenen Entfernung des Wassers herrührt. Aus der angeführten Tabelle lässt sich schliessen, dass der Kalkgehalt der Knochen im umgekehrten Verhältnisse mit dem Reichthum an Markkanälchen und Markzellen abnimmt, oder mit anderen Worten, dass die spongiösen Knochen ärmer an unverbrennlichen Stoffen sind, als die compacten. Es ist jedoch damit nicht gesagt, dass der Knorpelgehalt in den spongiösen Knochen grösser sey. Vielmehr rührt die grössere Menge organischer Substanz wahrscheinlich nur von dem Inhalte der zahlreicheren Markkanälchen, die von dem sie auskleidenden Bindegewebe und dergl. durchaus nicht zu befreien sind. Nach den Untersuchungen von Rees enthalten die Röhrenknochen der Extremitäten mehr Knochenerde als die übrigen Knochen des Rumpfes, und Oberarm- und Oberschenkelbein mehr als die Knochen des Vorderarms und Unterschenkels.

Der Hauptbestandtheil der Knochenerde ist phosphorsaurer Kalk. Berzelius fand in menschlichen Knochen:

basisch phosphorsauren Kalk mit wenig Fluorcalcium .	53,04
kohlensaure Kalkerde	11,30
phosphorsaure Talkerde *)	1,16
Natron mit sehr wenig Kochsalz	1,20
Knorpel, in Wasser löslich	32,17
Gefässe	1,13
	100,00

In Ochsenknochen fand Berzelius beinahe nur $\frac{1}{4}$ so viel kohlensauren Kalk als in menschlichen, sonst keinen auffallenden Unterschied.

Um zu untersuchen, ob phosphorsaure Kalkerde und kohlensaure Kalkerde in den Knochen überall gleichmässig vertheilt seyen, und ob nicht etwa die Knochenkörperchen blos das Eine oder das Andere enthielten, stellte Frerichs folgenden Versuch an: Ein Knochenplättchen wurde so dünn geschabt, dass die Knochenkörperchen deutlich zu erkennen waren. Hierauf wurde mit schwacher Kalilauge der Knorpel vorsichtig ausgezogen, das Plättchen vereinigt und mit einer Lösung von salpetersaurem Silber befeuchtet unter das Mikroskop gebracht. Es zeigte sich jetzt die Substanz überall gleichmässig gelb gefärbt, ein Beweis, dass kohlensaure und phosphorsaure Kalkerde überall gleichmässig vertheilt sind. Um zu erfahren, ob das relative Verhältniss zwischen phosphorsau-

*) Dass die Talkerde in den Knochen als phosphorsaures Salz enthalten sey, ist nicht ausgemacht.

rem und kohlensaurem Kalk in den compacten Knochen dasselbe sey, wie in den spongiösen, wurden beide Knochenarten von ein und demselben Skelet analysirt.

Zwei verschiedene spongiöse Knochen enthielten:

	I.		II.
organische Substanz	38,22	—	37,42
phosphorsaure Erden	50,24	—	51,38
kohlensauren Kalk	11,70	—	10,89
	100,16	—	99,69

Zwei verschiedene compacte Knochen enthielten:

	I.		II.
organische Substanz	31,46	—	30,94
phosphorsaure Erden	58,70	—	59,50
kohlensauren Kalk	10,08	—	9,46
	100,28	—	99,90

Ob die Kalksalze des Knochens in der structurlosen Zwischensubstanz des Knochens mechanisch abgelagert sind, wie in den Knochenkörperchen, oder ob sie damit in chemischer Verbindung stehen, ist noch nicht entschieden. Ich möchte jedoch das Letztere für wahrscheinlich halten. Frerichs hat eine künstliche Verbindung zwischen den Kalksalzen des Knochens und Leim herzustellen geglaubt; allein auch angenommen, dass dieses gelingt, so wird obige Frage dadurch doch nicht entschieden, denn der Leim entsteht zwar aus der organischen Substanz des Knochens, aber ist nicht die organische Substanz des Knochens, auch geben bekanntlich noch ganz andere organische Substanzen, z. B. Bindegewebe beim Kochen ebenfalls Leim.

Die Eigenschaft, Leim zu geben, ist ein unterscheidendes Merkmal zwischen Knochen und Knorpel. Die Knorpel geben beim Kochen Chondrin. Schwann erhielt jedoch, wie bereits oben erwähnt wurde, aus fötalen Knochen ebenfalls Chondrin, aber nicht gelatinirendes.

Der Leim (Glutin) hat folgende Eigenschaften: Er ist getrocknet und im reinen Zustande farblos, durchsichtig, hart, spröd, schwerer als Wasser, ohne Geruch und Geschmack. In kaltem Wasser wird er trübe und quillt auf, in warmem Wasser löst er sich zu einer farblosen schleimigen Flüssigkeit, die beim Erkalten wieder gelatinirt. In Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen ist er völlig unlöslich, durch Alkohol wird er aus seiner warmen Lösung zu einer weissen, zusammenhängenden, fast faserigen Masse coagulirt, die in reinem warmem Wasser sich wieder löst.

Die wässerige Lösung des Leims zeigt keine Reaction auf Pflanzenfarben. Alkalien und Säuren bewirken darin keinen Niederschlag. Der Leim unterscheidet sich hierdurch vom Chondrin, das durch die meisten Säuren gefällt wird, und namentlich mit Essigsäure auch im Ueberschuss des Fällungsmittels unlösliche Niederschläge bildet. Unter den organischen Säuren gibt nur Gerbsäure einen weissen käseartigen Niederschlag aus Leimlösung, und zwar noch bei 5000facher Verdünnung.

Unter den Erd- und Metallsalzen wird Glutin nur durch Quecksilberchlorid, Platinchlorid und schwefelsaures Platinoxyd gefällt, nicht durch Kaliumeisencyanür. Sehr stark ist die Einwirkung von Chlor, Brom und Jod auf Leimlösung. Chlor scheidet sogleich ein Gerinnsel aus, und man

kennt bis jetzt vier verschiedene Verbindungen der chlorigen Säure mit Leim *). Alaunerde, Quecksilberoxydul, Silber-, Kupfer- und Bleioxydsalze, so wie Eisenoxydul und Oxydsalze bringen in Leimlösungen keine Reaction, zuweilen nur eine geringe Trübung hervor. Doch bewirkt basisch schwefelsaures Eisenoxyd einen voluminösen Niederschlag, der beim Trocknen granatroth wird.

Der Leim ist mit sehr übereinstimmenden Resultaten von Mulder und v. Goudoever analysirt worden. Mulder zeigte die Abwesenheit des Schwefels und Phosphors in demselben und fand ihn folgendermaassen zusammengesetzt:

	gefunden			At.	berechnet
Wasserstoff .	6,64 —	6,48 —	6,64 —	20 —	6,33
Kohlenstoff .	50,76 —	50,05 —	50,05 —	13 —	50,37
Stickstoff . .	18,31 —	18,35 —	18,39 —	4 —	17,95
Sauerstoff . .	24,29 —	25,12 —	24,92 —	5 —	25,36

Wie vom Chondrin gibt es auch vom Leim gerinnbaren und nicht mehr gerinnbaren. Vom gelatinirenden Leim kann 1 Theil noch 100 Theile Wasser zum Gestehen bringen. Wird der Leim aber anhaltend gekocht, so verliert er seine Fähigkeit, zu gelatiniren. Nach Goudoever nimmt der Leim hierbei Hydratwasser auf, und zwar verbinden sich bei 55stündigem Sieden 4 Aeq. Leim mit einem Aeq. Wasser. Der nicht mehr gelatinirende Leim ist dem-

*) $Cl_2\ O_3 + C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5$
$Cl_2\ O_3 + 4\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5)$
$2\ (Cl_2\ O_3) + 3\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5)$
$2\ (Cl_2\ O_3) + 5\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5)$.

nach = 4 (C_{13} H_{20} N_4 O_5) + aq., seine Formel also: C_{52} H_{82} N_{16} O_{21} *).

Als einen Anhang zu den Knochen haben wir nun noch die Zähne zu betrachten.

Die Zähne zerfallen in 8 Schneidezähne, 4 Eckzähne und 8 vordere und 12 hintere Backenzähne. Das Kind hat 12 Backenzähne weniger als der Erwachsene. Man unterscheidet an dem Zahn zwei Theile, den oberen frei hervorragenden Theil oder die Krone (Fig. XXI. 1.) und den unteren vermittelst einer Membran in der Zahnhöhle des Kiefers befestigten Theil oder die Wurzel (Fig. XXI. 2.). Die verbindende Stelle zwischen Wurzel und Krone nennt man den Zahnhals (Fig. XXI. 3.). Die Krone hat eine einfache Spitze an den Schneide- und Eckzähnen, an den vorderen Backzähnen dagegen zwei und an den hinteren meist vier Spitzen. Die Wurzel ist an den Schneide- und Eckzähnen ebenfalls einfach, gewöhnlich auch an den vorderen Backzähnen; dagegen an den ersten drei hinteren Backzähnen meist drei- oder vierfach. Jeder Zahn enthält eine Höhle (Fig. XXI. a.), die unten, je nach der Zahl der Wurzeln, eine oder mehrere Oeffnungen hat. Diese Höhle ist mit einer Beinhaut ausgekleidet und enthält eine weiche gefäss- und nervenreiche Substanz, den Zahnkeim, die Bildungsstätte des Zahnbeins. Man unterscheidet ferner an dem Zahne den Zahnschmelz, welcher die Krone umgibt (Fig. XXI. c.). Die Zahnrinde, welche die Wur-

*) Annal. f. Chem. u. Pharm. von F. Woehler u. J. Liebig Bd. 45. S. 62. Bd. 46. S. 205.

zel umgibt (Fig. XXI. d.) und die eigenthümliche Substanz des Zahns oder das Zahnbein, welches den hauptsächlichsten Theil desselben bildet und die ganze Masse des Zahns zwischen der Zahnhöhle einerseits und dem Zahnschmelz und der Zahnrinde andererseits ausmacht (Fig. XXI. b.).

Das Zahnbein erscheint beim völlig ausgebildeten Zahn unter dem Mikroskop als ein System von wahrscheinlich hohlen Fasern in einer gleichartigen Grundlage. Diese Fasern beginnen in der Höhle des Zahns, daher diese wie ein feines Sieb erscheint. Von der Zahnhöhle gehen die Fasern wellenförmig gebogen parallel neben einander nach der Peripherie. In diesem Verlauf nehmen sie an Umfang ab und spalten sich dabei dichotomisch (Fig. XXII.). Ausserdem entspringen von ihnen eine Menge feiner Aestchen. Diese Aestchen anastomosiren mit einander und erscheinen besonders an den feinen Enden der Zahnfasern in reichlicher Menge (Fig. XXIII.). Um sich von der Anwesenheit dieser feinen Aestchen und ihrer Verbindung zu überzeugen, muss man die Zahnfasern bei starker Vergrösserung auf dem Querdurchschnitt untersuchen; die durchschnittenen Zahnfasern erscheinen dann deutlich sternförmig und man sieht die davon ausgehenden Aestchen mit einander in Verbindung treten (Fig. XXIV.). Am leichtesten aber überzeugt man sich von diesem Verhalten bei Milchzähnen. Der Inhalt der Zahnfasern ist eine unorganische erdige Masse, welche verschwindet, wenn man den Zahn mit verdünnter Salzsäure behandelt. Die Zahnfasern gehören nach Henle zu den Kernfasern. Die Substanz des Zahnbeins besteht nämlich ursprünglich aus Zellen, die sich ähnlich wie in der

Epidermis von dem auf dem Boden des Zahnsäckchens gelegenen Zahnkeim aus entwickeln. Die Zellen enthalten einen Kern und reihen sich in der Richtung der späteren Zahnfasern an einander. Die Kerne der so gebildeten Zellenfasern treten allmählig nach aussen, wachsen gegen einander und bilden durch Verschmelzung die Zahnfasern, während die Zellenfasern, zwischen denen sie verlaufen, ihre ursprünglich zellige und faserige Natur verlieren und als gleichartige Grundsubstanz erscheinen. Doch lässt sich ihre ursprüngliche Natur zum Theil noch erkennen, wenn man Zahnknorpel im Wasser macerirt und zerreisst.

Der Zahnschmelz besteht aus sechsseitigen Fasern, die mit dem einen Ende auf dem Zahnbein aufsitzen, mit dem anderen die Oberfläche des Zahns bilden. Die Verbindung der Schmelzfasern mit dem Zahnbein gleicht der Verbindung der Sehnenfasern mit den primitiven Muskelbündeln. Das Zahnbein bildet für die Schmelzfasern eine Art Fassung. Die Richtung der Schmelzfasern ist im Allgemeinen gleich der der Zahnbeinfasern, d. h. perpendiculär gegen die Zahnhöhle. Die Schmelzfasern liegen jedoch nicht mit den Fasern des Zahnbeins in grader Linie, sondern treffen mit diesen unter einem stumpfen Winkel zusammen. Sehr oft sieht man die Schmelzfasern stark wellenförmige Biegungen machen, und bisweilen geht eine Partie Schmelzfasern senkrecht gegen eine andere Partie, ohne an die Oberfläche des Zahns zu gelangen (Fig. XXV.). Ebenso kommen auch Schmelzfasern vor, die zwischen die anderen wie von aussen eingekeilt sind, und nicht bis zum Zahnbein reichen. Die Schmelzfasern entstehen nicht, wie

die Zahnbeinfasern, vom Zahnkeim aus, sondern von dem im Zahnsäckchen dem Zahnkeim gegenüber gelegenen Schmelzorgan. Die Ablagerung des Schmelzes schreitet daher von aussen nach innen fort, die Bildung des Zahnbeins von innen nach aussen. Der Schmelz wird dem Zahn gleich wie eine Kappe aufgesetzt. An jungen Zähnen sind die Schmelzfasern noch so weich, dass sie sich leicht trennen lassen. Erst beim Durchbruch der Zähne werden sie fest und hart.

Die Zahnrinde besteht aus wahrer Knochensubstanz, und wir finden darin ganz dieselben Körperchen, wie in den Knochen. Die Zahnrinde ist am dicksten gegen die Spitze der Wurzel und im Allgemeinen um so dicker, je älter der Zahn ist.

In chemischer Beziehung sind die Zähne nicht sehr verschieden von den Knochen. Die organische Grundlage des Zahnbeins verwandelt sich durch Kochen leicht in Leim. Nach Berzelius enthält das menschliche Zahnbein nebst der Zahnrinde:

Knorpel	28,00
phosphorsaur. Kalk und Fluorcalcium	64,30
kohlensauren Kalk	5,30
phosphorsauren Talk	1,00
Natron mit Chlornatrium	4,40
	100,00

Das spec. Gewicht des Zahnbeins beträgt 2,0797.

Der Zahnschmelz enthält fast nur anorganische Bestandtheile. Seine organischen Bestandtheile betragen nach

Berzelius nur 2 pCt., nach Lassaigne dagegen 20. Berzelius fand im Schmelz:

Thierische Substanz, Alkali, Wasser	2,0
phosphorsauren Kalk und Fluorcalcium	88,5
kohlensauren Kalk	8,0
phosphorsauren Talk	1,5
	100,0

Verbindung der Knochen.

Das Skelet wird, wie schon oben erwähnt wurde, theils aus beweglich mit einander verbundenen Gliedern, theils aus unbeweglich vereinigten Stücken gebildet. Die Verbindung der Knochen zerfällt daher überhaupt in die bewegliche und die unbewegliche, jedoch ist diese Eintheilung nicht ganz streng.

I. Unbewegliche Verbindung der Knochen *(synarthrosis).*

Hierbei liegen die Oberflächen, welche die Knochen einander zukehren, überall fest an einander. Man unterscheidet:

a. Unmittelbare Synarthrose.

Wenn die Knochen unmittelbar, d. h. ohne Hülfe eines Zwischenkörpers mit einander verbunden sind. Hierbei ist jede Bewegung unmöglich. Es gehören dahin: die Nath, die Harmonie und die Einkeilung.

1) Die Nath *(sutura)* ist die Verbindung platter Knochen durch Ineinandergreifen ihrer zackigen Ränder, wobei eine dünne Knorpelschicht, der Nathknorpel, die

Vereinigung unterstützt. Man unterscheidet eine *sutura dentata*, *serrata* und *limbosa*.

2) Die Harmonie (*harmonia*) ist die Vereinigung von Knochen mit zackenlosen Rändern und kommt daher vorzugsweise durch den Nathknorpel und die Unterstützung anderer Knochen zu Stande. Man kann eine *harmonia simplex* und *squamata* unterscheiden.

3) Die Einkeilung (*gomphosis*) ist die Verbindung eines zapfenförmigen Knochens mit einem anderen durch Einfügung in eine entsprechende Höhle. Hierher gehört die Befestigung der Zähne in den Zahnhöhlen der Kinnladen.

b. Mittelbare Synarthrose.

Wenn zwei Knochen vermittelst eines Zwischenkörpers verbunden sind. Je nach der Elasticität und Dicke des Zwischenkörpers ist hier eine gewisse Beweglichkeit möglich. Man unterscheidet:

1) Die Knorpelhaft (*synchondrosis*), wo zwischen zwei platten Knochenflächen entweder ein Zellenknorpel, oder ein Faserknorpel eingelegt ist*), welcher fest mit beiden Flächen verwachsen ist. Nach der grösseren oder geringeren Elasticität des Zwischenkörpers, seiner Dicke und Weichheit findet mehr oder weniger eine Beweglichkeit Statt.

2) Die Bandhaft (*syndesmosis*), wo zwei dicht an

*) Die Verbindung durch einen Zellenknorpel hat man vorzugsweise *synchondrosis* genannt; die Verbindung durch einen Faserknorpel dagegen *symphysis*.

einander liegende Knochen durch kurze sehr straff angezogene Bänder mit einander vereinigt sind.

II. Bewegliche Verbindung der Knochen (Gelenkverbindung, *diarthrosis*).

Die Gelenkverbindung geschieht durch Bänder, welche sich neben den glatten, einander berührenden, und gegen einander beweglichen Oberflächen der Knochen festsetzen. Die Bänder verhalten sich nach der Art der Diarthrose verschieden, überall aber findet sich eine mit Gelenkschmiere gefüllte Synovialkapsel und ein Kapselband, welches durch eins oder mehrere Bänder nach dem Grade der Beweglichkeit verstärkt wird. Die Gelenkverbindung und die damit gegebene Besonderheit der Glieder steht mit der Vollkommenheit und Ausbildung des Skelets in geradem Verhältniss. Je entwickelter das Skelet, desto freier und beweglicher ist die Gliederung desselben. Man unterscheidet nach dem Grade und der Art der Beweglichkeit folgende Gelenkverbindungen:

1) Straffes Gelenk (*amphiartrosis*), wenn zwei platte meist kleine Gelenkoberflächen nur wenig an einander hin und her gleiten können, was durch kurze straffe nicht nachgiebige Bänder bewirkt wird, wie z. B. an der Hand- und Fusswurzel.

2) Roll- oder Drehgelenk (*rotatio, trochoides*), wo sich ein Knochen in einem halben Kreise oder noch weniger entweder um sich selbst, oder um einen ihm parallel liegenden anderen bewegen kann. Hierbei dreht sich entweder ein langer Knochen in einem Ringe, oder ein

Knochenring dreht sich um einen cylindrischen Knochen. Der eine dieser Knochen ist mit einer halbmondförmigen ausgeschweiften Gelenkfläche versehen, der andere bildet ein Knöpfchen, welches von einem ringförmigen Bande umgeben wird. Am Vorderarm die Speiche, die sich oben um ihre eigne Achse unten um die *ulna* entweder nach innen (*pronatio*), oder nach aussen (*supinatio*) dreht. Am Hals der Atlas um den zweiten Halswirbel.

3) Winkel-Gewinde-, Gewerbegelenk (*ginglimus*), wenn sich ein langer Knochen mit seinem Ende an dem eines anderen in einer Richtung nur so bewegen lässt, dass er einen Winkel beschreibt. Hier ist also nur Beugung (*flexio*) und Streckung (*extensio*) möglich; alle Seitenbewegung ist ausgeschlossen. Gewöhnlich greifen die Gelenkenden in einander ein. Das eine ist meist rollenförmig, hat die Gestalt eines querliegenden halb durchschnittenen Gliedes, das andere, welches sich darum bewegt, zeigt eine entsprechende Vertiefung mit einer Erhabenheit vorn und hinten.

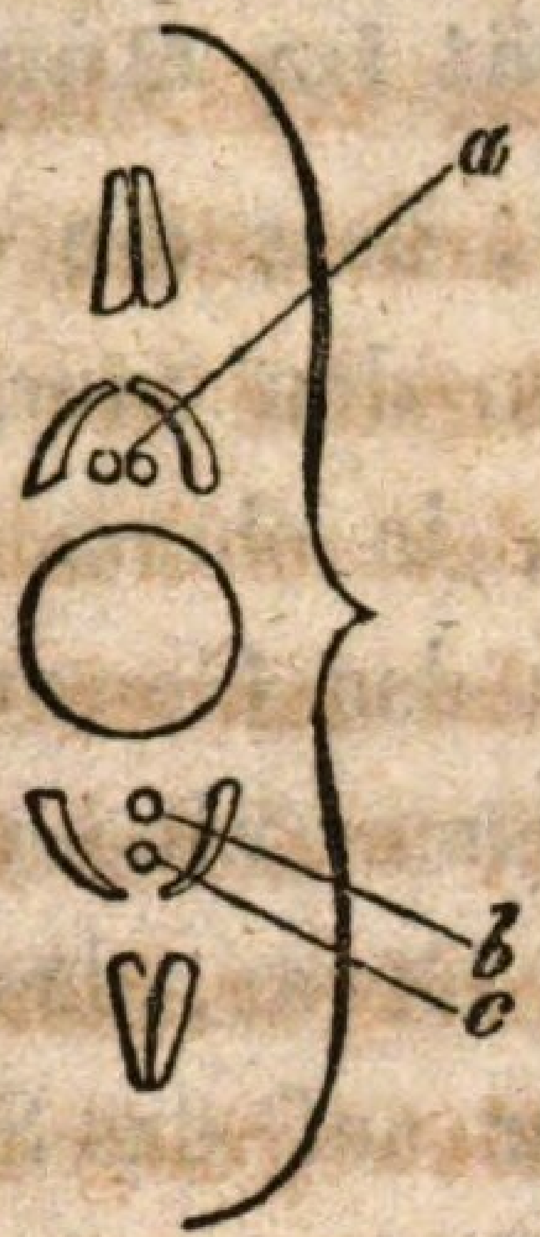
4) Freies Gelenk (*arthrodia*). Hier kann sich ein Knochen an dem anderen nach allen Richtungen hin bewegen, so dass er einen kegelförmigen Raum beschreibt. Es gehört dazu ein grosser Gelenkknopf an dem einen und eine rundliche Gelenkgrube an dem anderen Knochen. Die Beweglichkeit ist um so ausgedehnter, je flacher die Gelenkgrube und je grösser und je halbkugeliger der Gelenkkopf ist. Man unterscheidet beschränkte und freie Arthrodie. Bei der ersteren finden Bewegungen wenigstens nach vier Richtungen Statt, die aber nicht gleich sehr ausge-

dehnt zu seyn pflegen. Beugung und Streckung, Adduction und Abduction, z. B. bei der Bewegung der Finger. Bei der freien Arthrodie, welche bei sehr ansehnlicher Tiefe der Gelenkgrube ein Nussgelenk (*enarthrosis*) genannt wird, kann der nach allen Seiten hin in grosser Ausdehnung bewegliche Knochen auch um seine eigne Achse gedreht werden, wie der Oberarm. Um diese Gelenke liegt nur ein geringer Bandapparat, meist nur Kapselbänder, damit die Bewegung durch sie nicht gehemmt werde.

Grundform der Knochen.

Alle Knochen, welche das Skelet bilden, haben nach Oken eine gemeinschaftliche Grundform, nämlich die Form des Wirbels. Carus hat diese Ansicht im Einzelnen durchzuführen gesucht und unterscheidet Urwirbel, Secundar- und Tertiarwirbel. Die Elemente, welche in der Bildung des Wirbels am deutlichsten und constantesten vorkommen, sind nach Grant der runde Centralkörper, oder das cyclovertebrale Element; die beiden oberen Platten oder perivertebralen Elemente, welche die Rückenmarksstränge einschliessen; die zwei Theile des oberen Dornfortsatzes oder die epivertebralen Elemente; die beiden unteren Platten oder die paravertebralen Elemente, welche eine Höhle für die Blutgefässe bilden und die zwei Theile des unteren Dornfortsatzes oder katavertebralen Elemente, oder die am häufigsten vorkommende Lage dieser neun Elemente eines vollkommenen Wirbels zeigt beistehende Figur,

Epi-
Peri-
Cyclo-
Para-
Kata-



vertebralelemente

wo *a* den Rückenmarksstrang darstellt, welcher durch die zwei perivertebralen Stücke geschützt ist. *b* ist die gewöhnliche Lage der Arterie und *c* die Vene unter den Körpern der Wirbel, und es werden dieselben durch die zwei paravertebralen Elemente eingeschlossen. Die cyclovertebralen Elemente sind in den gegliederten Thierordnungen, wo sie den ganzen Rumpf als hohle Segmente einschliessen, röhrenförmig, in ihrem Mittelpunkte sind sie fast massiv und haben bei den Fischen zwei concave Oberflächen. Sie sind convexconcav in den Reptilien und haben flache Oberflächen in den Säugthieren. Dies sind die constantesten und typischen Theile der Wirbelsäule. Die übrigen vertebralen Elemente ändern ihre Form und Lage hauptsächlich nach den Dimensionen der Organe, welche sie einschliessen und nach dem Umfange der Oberfläche, welche für die Muskelanheftung erforderlich ist. Folglich variiren sie sehr in den verschiedenen Theilen derselben Wirbelsäule und in den Skeleten verschiedener Thierklassen.

2. Active Organe für die Erhaltung der Individualität im Raume.

Wir haben gehört, dass die organischen Körper sich wesentlich dadurch von den unorganischen unterscheiden, dass sie, um zu seyn, in einem beständigen Werden begriffen sind, oder dass das Gewordene sich eben nur dadurch erhält, dass es immer wieder von Neuem wird. Dieses Wiederwerden von Etwas, das vorhanden war, bezieht sich aber nun nicht nur auf das Seyn in der Zeit, auf ein erneutes Schaffen und Bilden, oder auf eine Wiederholung derjenigen Kraftäusserungen, wodurch die organische Materie zum Daseyn gelangte, sondern auch auf das Seyn im Raum, oder auf die Erhaltung des Organischen in seinem Nebeneinander. Wie alle Theile nur dadurch fortdauern, dass sie im Stande sind, sich wiederzuerzeugen, so nehmen auch alle Theile nur dadurch einen bleibenden Raum ein, dass es ihnen möglich ist, sich zu bewegen. Diese Beweglichkeit zeigt sich auf ihrer niedrigsten Stufe als Elasticität, oder als die Fähigkeit der Materie, einen Raum wieder zu erfüllen, aus dem sie verdrängt worden ist, mithin das räumlich wieder zu werden, was sie war. Alle organischen Theile sind mehr oder weniger elastisch, insbesondere aber die weichen Theile, so dass im gesunden Zustande keiner derselben z. B. einen Fingereindruck behält. Elasticität kommt jedoch auch vielen Körpern aus dem anorganischen Reiche zu, und man sieht leicht ein, dass, wenn die organischen Körper und insbesondere die höheren nicht noch ein anderes eigenthümliches Bewegungsvermögen besässen, sie schwerlich im Stande seyn würden,

sich ein bleibendes räumliches Daseyn zu sichern. Soll ein Körper die Grenzen seines Wirkungskreises, oder den Raum, den er und seine Theile einnehmen, mit Selbstständigkeit bleibend erhalten, so muss er die Fähigkeit haben, sich einer räumlichen Beschränkung entweder zu entziehen, oder dieselbe mit Gewalt zu überwinden. Allein nicht nur für die Erhaltung des räumlichen Daseyns, sondern auch zur Vermittelung des zeitlichen Daseyns ist eine selbstständige Beweglichkeit unumgänglich nöthig, denn da das letztere in einer beständigen Wiedererzeugung besteht, der Stoff für die Wiedererzeugung aber in der Aussenwelt liegt und in dieser, wenigstens von den Thieren, aufgesucht und ergriffen werden muss, wie umgekehrt Stoffe der Aussenwelt, welche der organischen Combination schädlich sind, gemieden werden müssen, so bedarf der Organismus hierzu eigener, in seinem Umkreise gelagerter Werkzeuge, wodurch er in den Stand gesetzt wird, sich den genannten Zwecken entsprechend zu fixiren oder zu bewegen. Es reicht aber nicht hin, dass der Organismus der Aussenwelt das Material zu seiner Erhaltung nur entnehme, sondern er muss dasselbe auch auf eine angemessene Weise zubereiten und das Zubereitete nach allen Punkten seines Körpers hinführen, wie er umgekehrt das hinfällig und unbrauchbar Gewordene überall wegführen muss. So sind denn auch aus diesem Grunde im Inneren des Organismus entsprechende Bewegungsapparate nöthig. Wir unterscheiden demnach:

a. Bewegungsanlagen an den Grenzen des Körpers gegen die Aussenwelt.

aa. Bewegungsanlagen unter der äusseren Körperoberfläche.

(Eigentliche Muskeln.)

Die vollkommensten und stärksten Bewegungsorgane des ganzen Körpers sind die sogenannten Muskeln, welche als Fleisch unter der äusseren Körperoberfläche eine ziemlich dicke Lage bilden und an den Extremitäten am zahlreichsten sind. Sie vollenden die äussere Form des Körpers, welche durch das Skelet schon angedeutet wurde. Als Werkzeuge des Willens bringen sie das Innere zur äusseren Erscheinung, und insofern sie die Sprache vermitteln, verhelfen sie selbst dem Höchsten im Menschen zu einem Ausdruck. Die Muskeln stellen mehr oder weniger runde oder platte, kurze oder lange, solide Körper von rother Farbe dar. Sie bestehen aus Bündeln und diese aus Fasern, die parallel neben einander liegen und in ein und derselben Richtung verlaufen. Sowohl die Muskelbündel, als der ganze daraus gebildete Muskel sind von einer zellgewebigen Scheide (*perimysium*) umschlossen. An den Enden ihrer Fasern sind die Muskeln in der Regel vermittelst sehnigen Gewebes zwei verschiedenen Theilen des Skelets angeheftet. Nur sehr wenige sind mit einem oder selbst mit beiden Enden an Weichtheilen befestigt. Diejenige Stelle der Anheftung, welche bei einer Zusammenziehung des Muskels in unveränderter Lage bleibt, nennt man den festen oder Befestigungspunct (*punct. fixum s. fixationis*), oder, weil der Muskel hier entspringt, auch den

Ursprung desselben und den Theil des Muskels selbst, welcher sich hier anheftet, den Muskelkopf (*caput*). Die der festen Stelle entgegengesetzte, also die zu bewegende, an welche sich das andere Ende des Muskels anheftet, wird der bewegliche oder Ansatzpunct (*punct. mobile s. insertionis*) genannt, und der sich hier ansetzende Theil des Muskels selbst der Muskelschwanz (*cauda*). Bisweilen sind beide Puncte, an die sich der Muskel anheftet, beweglich, und dann hat der Muskel eine doppelte Wirkung, indem jeder Punct sowohl den beweglichen als den fixen Punct abgeben kann. Der mittlere Theil des Muskels, der zwischen Kopf und Schwanz, heisst der Muskelbauch (*venter s. corpus.*)

Es gibt Muskeln, deren Schwanz sich in Zipfel theilt, sowie es Muskeln gibt, die mehr als einen Bauch und Kopf besitzen. Daher die Namen *biceps*, *triceps*, *biventer* u. s. w. Manche Muskeln sind in beträchtlicher Länge oder ganz von Sehnen durchwachsen. Dadurch sind sie vor zu starker Ausdehnung und die Knochen, an die sie sich anheften, vor zu starker gegenseitiger Lageveränderung geschützt. Indem die Fleischfasern eines solchen Muskels schräg gegen die ihn durchziehende Sehne hinlaufen, gleichen sie der Fahne und die Sehne dem Kiel einer Feder. Man nennt solche Muskeln daher gefiederte und unterscheidet einfach oder halb gefiederte (*semipennati*) und doppelt oder ganz gefiederte (*pennati*). Die Muskeln bilden die Bewegungsorgane für die Knochen des Kopfes, des Stammes und der Glieder, so wie für die einzelnen Knochen, Knorpel und weichen Theile der Sprach- und Sinnesorgane. Den Uebergang von den Muskeln unter der äusse-

ren Körperoberfläche zu den muskulösen Häuten unter der inneren Körperoberfläche bilden das Zwergfell und die Sphincteren. Die Lage des Zwergfells ist ganz eigenthümlich. Es bildet die Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle. Mit seiner Peripherie grenzt es bis dicht unter die äussere Körperoberfläche, und insofern es die Speiseröhre durchtreten lässt, liegt es auch der inneren Körperoberfläche nahe. Dagegen bilden die Sphincteren nicht nur durch ihre Lage an den Grenzen zwischen äusserer und innerer Körperoberfläche, sondern auch durch ihre ringförmige Beschaffenheit den augenscheinlichsten Uebergang von den eigentlichen Muskeln zu den muskulösen Häuten. Die Enden ihrer Fasern stossen an einander und sind entweder gar nicht oder nur an einer Stelle einem festen Puncte angeheftet.

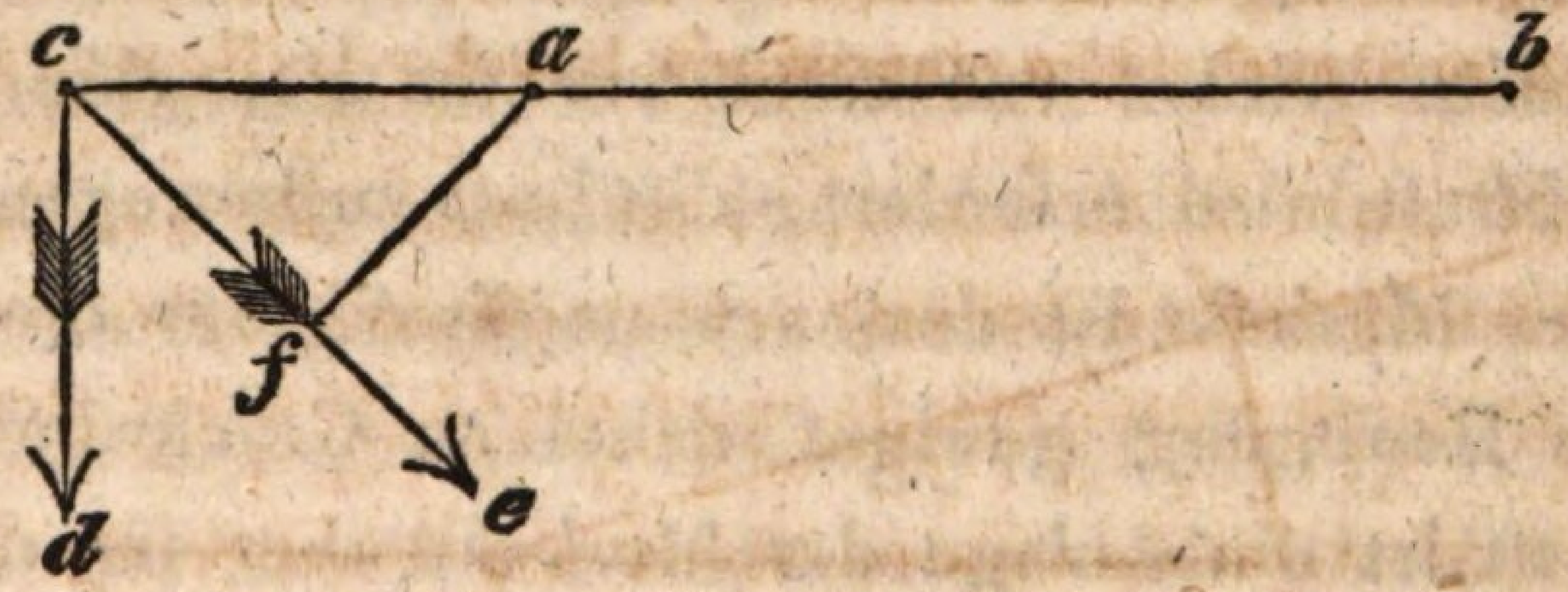
Die Muskeln wirken wie Stricke auf Hebel und Rollen und erzielen durch kurze Züge auf Kosten ihrer Kraft schnelle Bewegungen. Der von Knochen und Muskeln gebildete Hebel, welcher am häufigsten vorkommt, ist ein Wurfhebel (einarmiger Hebel). Er findet sich in allen Fällen, wo bei einer Bewegung eines Knochens das eine Ende desselben fixirt bleibt und das andere um dieses einen Kreis beschreibt. Das eine Ende bildet hier den Stütz- und Drehpunct *(hypomochlium)*; das andere sich darum bewegende Ende kann als Anhängepunct der Last betrachtet werden; die Insertion des Muskels zwischen beiden bezeichnet den Anhängepunct der Kraft, die in der Richtung des Muskels wirksam ist. Es liegt mithin hier der Anhängepunct der Kraft zwischen dem Stützpunct und der Last.

Zwar wird die Last durch alle Theile des Knochens gebildet, die sich um den Stützpunct drehen, allein da die Last eines jeden Theils durch die ganze Länge des Knochens wirkt, so können wir uns das Gewicht aller Theile als nur an dem Ende des Knochens wirkend denken, und die Länge des Knochens als eine mathematische Linie betrachten. Weit seltener kommt ein Traghebel vor, d. h. ebenfalls ein einarmiger Hebel, bei dem aber der Anhängepunct der Kraft am Ende des Knochens liegt und der Anhängepunct der Last mithin zwischen diesem und dem Unterstützungspunct. Sehr selten kommt auch ein ungleicharmiger Druckhebel vor, das heisst ein Hebel, wo der Unterstützungspunct zwischen dem Anhängepunct der Last und der Kraft liegt, und zwar dem einen näher als dem anderen. Die Insertion des Muskels an dem Knochen, oder die Richtung der Kraft auf den gebildeten Hebel geschieht dabei in den meisten Fällen unter einem spitzen Winkel, und der Anhängepunct der Kraft liegt dem Stützpuncte näher, als dem Anhängepunct der Last. Je näher aber der Anhängepunct der Kraft dem Unterstützungspuncte liegt, und je entfernter der durch die Richtung der Kraft auf den Hebel gebildete Winkel von einem rechten ist, eine um so grössere Kraft wird erfordert, die Last zu bewegen. Die Anlage der Muskeln ist demnach ungünstig für die Kraft, allein die Bewegung gewinnt dabei an Geschwindigkeit. Vortheilhaft ist die Anlage der Muskeln aber für die Ersparniss des Raums, und die Glieder selbst erhalten dabei schönere Verhältnisse *). Wo die Muskelfasern unter zu

*) Zum besseren Verständniss des Gesagten diene Nachstehendes:

spitzen Winkeln den Knochen erreichen würden, oder wo ihre ursprüngliche Bewegungsrichtung abgeändert werden

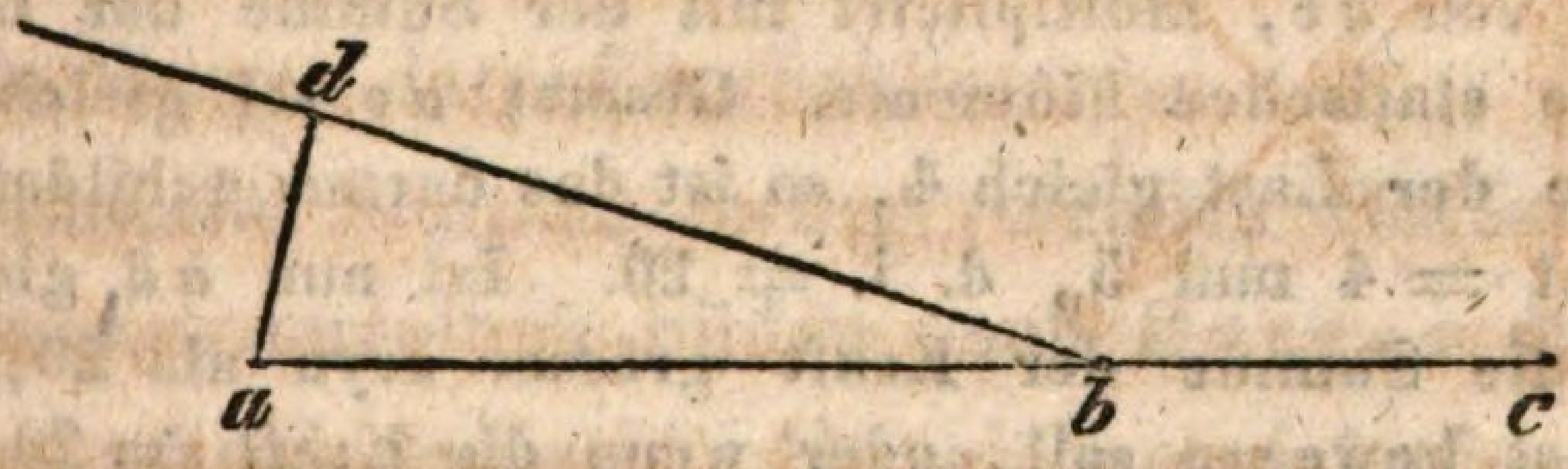
Unter Hebel *in abstracto* versteht man eine unbiegsame nicht schwere Linie, die sich um einen ihrer Puncte, den Drehpunct, der am Hebel *in concreto* zugleich der Unterstützungspunct ist, drehen lässt, und an welcher zwei oder auch mehrere Kräfte so angebracht sind, dass sie diese Linie nach entgegengesetzten Richtungen zu bewegen streben. Man kann in unserem Falle jedoch die eine von diesen Kräften vorzugsweise als Kraft und die andere als Last bezeichnen, obwohl auch die Last nur durch ihre Schwerkraft wirkt und die Grössen beider nach Gewichtszahlen bestimmt werden. Liegen die Puncte, an welchen Last und Kraft wirksam sind, beide auf ein und derselben Seite vom Drehpuncte, so hat man einen einarmigen Hebel, liegen sie auf entgegengesetzten Seiten, so hat man einen doppelarmigen Hebel. Die Entfernung der Last und Kraft vom Unterstützungspuncte, multiplicirt mit ihrer Summe, bilden die beiden sogenannten statischen Momente und das eine von diesen muss grösser seyn, wenn der Hebel bewegt werden soll. Wirkt die Kraft senkrecht auf das Ende des Hebelarms, so gibt die Länge des Hebelarms zugleich die Entfernung der Kraft vom Drehpuncte. Wirkt die Kraft aber in einer schiefen Richtung, so muss man, um die Entfernung der Kraft zu bestimmen, vom Unterstützungspunct aus ein Perpendikel auf die Richtung der Kraft fällen. Die Länge des Perpendikels gibt dann die Entfernung der Kraft.



Vorstehende Figur sei ein doppelarmiger Hebel. *a* der Drehpunct, *b* der Anhängepunct der Last, *c* der Anhängepunct der Kraft, die in der Richtung von *c d* senkrecht auf den Hebelarm *a c* wirkt. Die Summe der Kraft, multiplicirt mit der

muss, sind Hülfsknochen oder Knorpel (Sesambeine, Kniescheibe) angebracht, um den Zugwinkel zu vergrössern oder abzuändern (Rollknorpel der Augenhöhle).

Länge des Hebelarms *ac*, wird demnach hier das eine statische Moment bilden und die Summe der Last, multiplicirt mit der Länge des Hebelarms *ab*, das andere. Gesetzt also, die Länge des Hebelarms *ab* sei = 2 und die Summe der Last gleich 6, so ist das statische Moment der Last = 2 mal 6, d. i. = 12. Wäre nun die Länge des Hebelarms *ac* gleich 1, so müsste die Summe der Kraft mehr als 12 betragen, oder wenn die Summe der Kraft gleich 12 wäre, die Länge des Hebelarms *ac* grösser seyn, als 1, damit das statische Moment der Kraft das der Last überwiegen könne. Mit anderen Worten, es muss die Kraft zur Bewegung der Last um so grösser seyn, je näher sie dem Unterstützungspuncte liegt, und kann um so kleiner seyn, je mehr sie sich davon entfernt. Wirkte die Kraft in einer schiefen Richtung auf den Hebelarm, z. B. in der Richtung von *ce*, so bestimmt der vom Drehpunct *a* auf die Richtung der Kraft *ce* gefällte Perpendikel *af* die Entfernung der Kraft, und diese, multiplicirt mit der Summe der Kraft, wird das statische Moment bilden. Hieraus wird anschaulich, dass die Kraft zu gleichem Erfolg um so grösser seyn muss, je weniger ihre Richtung auf den Hebelarm perpendikular ist, oder mit anderen Worten, je mehr sich der durch ihre Richtung auf den Hebelarm gebildete Winkel von einem rechten entfernt, denn in demselben Verhältnisse wird ihre Entfernung vom Drehpunct kleiner. Ganz ähnlich verhält es sich nun auch beim einarmigen Hebel.



Vorstehende Figur sei ein einarmiger Hebel. *a* der Drehpunct, *b* der Anhängepunct der Kraft, *c* der Anhängepunct der Last. Demnach ein Wurfhebel. Läge der Anhängepunct der Kraft in

Die halb gefiederten Muskeln bringen eine zwischen der Richtung ihrer Randsehne und ihrer Bündel diagonale Wirkung hervor. Die Richtung des Zugs bei ganz oder doppelt gefiederten erfolgt in der Richtung ihrer Mittelsehne.

Viele Muskeln bewegen mehrere Theile besonders oder zugleich, je nachdem einzelne oder mehrere Anheftungspuncte durch andere Muskeln fest gemacht oder frei gelassen werden.

Die meisten Muskeln sind so angelegt, dass ihre Wirkung der Wirkung anderer entgegengesetzt ist, und dass der eine Muskel mehr oder weniger erschlaffen muss, wenn der andere wirken soll. Am deutlichsten sieht man dieses an den Gliedmaassen; der Wirkung der Beugemuskeln steht die der Streckmuskeln, der Wirkung der Anzieher die der Abzieher, der Wirkung der Einwärtsdreher die der Auswärtsdreher u. s. w. entgegen. Auch an den Augen lässt sich dieses beobachten. Solche sich in ihrer Wirkung ent-

c und der Anhängepunct der Last in *b*, also zwischen Drehpunct und Anhängepunct der Kraft, so wäre es ein Traghebel. Es sei nun ferner *db* die Richtung der Kraft, die unter einem spitzen Winkel wirkt. Wir fällen daher von dem Drehpunct *a* den Perpendikel *ad* auf die Richtung der Kraft und die Länge desselben, multiplicirt mit der Summe der Kraft, sowie die Länge von *ac*, multiplicirt mit der Summe der Last, geben uns die statischen Momente. Gesetzt *ac* sei gleich 5 und die Summe der Last gleich 4, so ist das daraus gebildete statische Moment = 4 mal 5, d. i. = 20. Ist nun *ad* gleich 1, so muss die Summe der Kraft grösser seyn als 20, wenn sie die Last bewegen soll, oder wenn die Kraft = 20 wäre, *ad* grösser gemacht werden, als 1; mithin der durch die Richtung der Kraft und den Hebel gebildete Winkel einem rechten näher kommen, als der Winkel *dba*.

gegengesetzte Muskeln nennt man Antagonisten. Die Antagonisten halten sich jedoch nicht vollkommen das Gleichgewicht. In der Regel sind für eine Bewegung die Muskeln etwas stärker. So überwiegen im Allgemeinen die Beuger die Strecker; daher man im Schlaf z. B. eine etwas gebogene Lage bequemer findet, als die gradausgestreckte. Die Antagonisten erhalten häufig auch von verschiedenen Nervenstämmen Aeste. So sind z. B. die Beuger der Hand und Finger vom *median.* und *ulnaris* versehen, die Strecker dagegen vom *radialis;* die Strecker des Unterschenkels vom *cruralis*, die Beuger vom *ischiadicus.* Dadurch, dass die Muskeln antagonistisch angelegt sind, ist es möglich, die beweglichen Theile des Skelets in verschiedener Richtung zu fixiren, und damit einen activen Widerstand zu leisten. Die aufrechte Haltung unseres Körpers beim Stehen und Gehen und das Stützen auf andere Körper, wäre ohne den Antagonismus der Muskeln nicht möglich.

Da die Muskeln Werkzeuge unseres Willens sind, so müssen natürlich auch die an ihnen verbreiteten Nerven dem Einflusse des Willens unterthan seyn. Manche Muskeln jedoch, wie z. B. die Athemmuskeln, besitzen theils willkürliche, theils unwillkürliche Bewegungsnerven. Wir werden bei den Nerven darauf zurückkommen.

Die Muskeln besitzen ferner reichlich Gefässe. Die Verzweigungen derselben bilden nach Berres das sogenannte lineale Gefässgeflecht. Es zeichnet sich dieses durch gestreckte 0,001 — 0,004 P. L. dicke, lineal verlaufende Adern aus, und bildet einen der Muskelfaserung parallelen

Zug der feinsten Venen- und Arterienzweige, und zwischen dem Zuge der Hauptgefässe sich einschaltende capillare Maschen.

Die Muskeln sind nie ganz erschlafft, sondern befinden sich selbst dann, wenn sie unthätig erscheinen, in einem gelinden Zustande von Contraction, wodurch das Gesicht seinen Ausdruck, die Glieder ihre lebendige Form und Haltung bekommen, und die Stimmritze sich stets in geöffnetem und die Sphincteren in geschlossenem Zustande erhalten. Man nennt dieses den Tonus der Muskeln. Vergl. Buch I. S. 11.

Einige Zeit nach dem Tode werden die Muskeln vorübergehend starr. Diese Starrheit (*rigor mortis*) beginnt nach Sommer gewöhnlich am Halse und Unterkiefer, geht dann auf die oberen Extremitäten über und von da abwärts auf die unteren; dabei fühlen sich die Muskeln dichter und fester an. In derselben Ordnung wie die Erstarrung tritt nach einiger Zeit die Wiedererschlaffung ein. Die Todtenstarre erfolgt nie früher als 10 Minuten nach dem Tode und tritt nie später ein als 7 Stunden nach demselben. Die Dauer derselben ist um so länger, je später sie eintritt und je ungeschwächter die Muskeln waren. Nur mit Gewalt lassen sich die erstarrten Glieder bewegen, oder wenn sie durchschnitten werden, wobei sie aber rigid und fest bleiben. Wird der schon ganz entwickelte Rigor mit Gewalt aufgehoben, so tritt er nicht wieder ein, wohl aber, wenn er noch nicht ganz ausgebildet war. Ist z. B. am Arme der Rigor schon vorhanden, aber noch nicht ganz entwickelt, und wird die Beweglichkeit des Ellenbogengelenks gewalt-

sam, hergestellt, so wird es gleichwohl nach einiger Zeit wieder unbeweglich. Die Ursache der Todtenstarre ist noch nicht hinlänglich aufgeklärt. Viele suchen dieselbe in einer Gerinnung des Blutes und der Lymphe in den kleinsten Gefässen, andere in einer physikalischen Contractilität der absterbenden Muskeln, die mit der Zersetzung aufhört. Nysten hält diese Erstarrung für die letzte Wirkung des lebendigen Zusammenziehungsvermögens. Meckel und Rudolphi halten sie für eine Veränderung der todten Materie.

Untersuchen wir die Muskeln mit dem Mikroskop, so erscheinen sie nach einer vorausgegangenen mehrtägigen Maceration in einer Temperatur von 1—8° R. als aus unendlich feinen Fäserchen zusammengesetzt (Fig. XXVII. b.). Diese Fäserchen haben nach J. Müller einen Durchmesser von 0,00200—0,00125 P. L. und sind perlschnurartig. Sie bilden zusammen die Primitivfasern der Muskeln, doch sind sie selbst nicht das Primäre, sondern entstehen erst, wenn die ursprünglich aus fadig aufgereihten Zellen gebildete Primitivfaser eine gewisse Entwickelung erlangt hat. Sobald sie vorhanden sind, bemerkt man an den Primitivfasern*) feine Querstreifen (Fig. XXVII. a.). Diese Querstreifen entstehen wahrscheinlich dadurch, dass die perlschnurartig verdickten Stellen jener feinen Fäserchen nebeneinander zu liegen kommen. Auch erscheinen die Querstreifen der Primitivfasern oft wie unterbrochen. Die

*) Um die Primitivfasern isolirt zu erhalten, ist die Chromsäure ein vortreffliches Mittel, besonders bei Fröschen und Fischen.

feinen Fäserchen nämlich, welche eine Primitivfaser zusammensetzen, sind keineswegs alle gleich innig mit einander verbunden, sondern bilden mehrere unter sich enger verbundene Partien, dadurch werden die Querstreifen hin und wieder unterbrochen, und die ganze Primitivfaser erscheint wie mit feinen Längespalten versehen. Die Querstreifen, so wie der variköse Bau der feinen Fäserchen sind nach J. Müller charakteristisch für die eigentlichen Muskeln. Die Formelemente der muskulösen Häute bieten, wie wir später sehen werden, etwas der Art nicht dar. Dass die Querstreifen der Muskelfasern nicht blos im Tode, sondern auch während des Lebens vorhanden sind, davon überzeugt man sich leicht, wenn man die Schwänze von jungen Tritonen untersucht. Die Primitivfasern der Muskeln laufen parallel neben einander und bilden niemals Anastomosen. Sie sind mehr oder weniger grad oder wellenförmig gebogen (Fig. XXVI.); selten erscheinen sie spiralförmig. Häufig sieht man an und zwischen ihnen, besonders bei jungen Thieren, feinere Fasern verlaufen (Fig. XXVI. a.), welche sich öfters Verbindungszweige zuschicken. Es sind dieses Kernfasern. Nach Henle entstanden aus den Kernen die Zellen, welche die Primitivfasern zusammensetzten.

Die lineare Form der Muskelfasern hat Carus geistreich aus allgemeinen Grundsätzen folgendermaassen entwickelt:

„Für alle Bewegung auf der Erde wie am Himmel," sagt er, „sind die eigentlichen elementaren ursprünglichen Formen Anziehung und Abstossung. Den-

ken wir uns nun eine anziehende und abstossende Kraft innerhalb eines Einzelwesens wirkend, so wird die Anziehung gegen irgend einen innerlich gegebenen Punct die Körpermasse verdichten, zusammendrängen, sie wird sich als Zusammenziehung darstellen; umgekehrt wird die Abstossung, das Fliehen von einem gegebenen Punct die Sichtung, die Zerstreuung der Körpermasse bedingen und als Ausdehnung erscheinen, woraus denn hervorgeht, dass Zusammenziehung und Ausdehnung ebenso die Grundformen aller Bewegung organischer Einzelwesen seyn müssen, als Anziehung und Abstossung die der Bewegung überhaupt. — Anziehung und Abstossung, Ausdehnung und Zusammenziehung können aber, da sie Wechselwirkungen zwischen gegebenen Puncten sind, nur in der Form von Linien räumlich ausgedrückt werden, und hieraus erklärt sich, dass das wesentliche Organ für alle thierische Bewegung allemal in der linearen Form, nämlich als Muskelfiber auftritt. Es gibt aber zwei Grundformen der Linie, die grade und die Kreislinie. Die erste entsteht durch Fortbewegung eines Punctes in stetig unveränderter Richtung, ist deshalb der unendlichen Verlängerung fähig und entspricht dem Begriff der Ausdehnung. Die andere entsteht durch stetig gleichförmig abgeänderte Richtung, muss deshalb nothwendig in sich selbst zurücklaufen und ist deshalb allemal nur einer endlichen Verlängerung fähig, entspricht folglich dem Begriff der Zusammenziehung.“ Soll nun der Begriff der Ausdehnung und Zusammenziehung gleichzeitig vorhanden seyn, so muss dieses durch eine Verschmelzung der graden und der Kreislinie geschehen

und dies gibt die Spirallinie. In der Spirallinie zeigt sich in einer stetigen Abänderung in der Richtung doch zugleich ein stetiges Fortgehen von einem Punct zum anderen. Es wäre demnach die Spirallinie eigentlich die Grundform für alle Bewegungsorgane, die zugleich Ausdehnungs- und Zusammenziehungsvermögen in sich vereinigen, und ebenso müsste auch die Spirallinie die Bahn bezeichnen, auf der gleichzeitig Anziehung und Abstossung Statt fänden. Merkwürdig ist in der That, dass die Planeten im Weltraum Spirallinien beschreiben.

In chemischer Beziehung gehören die Muskeln zu den proteinhaltigen Körpern. Das spec. Gewicht der Muskelsubstanz beträgt 1,0555. Sie enthält mehr als $\frac{3}{4}$ ihres Gewichts an Wasser und geräth daher eher in Fäulniss als sie austrocknen kann. Dagegen lässt sie sich selbst unausgetrocknet sehr lange unverändert aufbewahren, wenn sie in Gefässen luftdicht verschlossen einige Zeit in siedendem Wasser erhitzt wird. Es verschwindet hierbei der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft vollständig, und die Fäulniss kann nicht eher eintreten, als bis neuer Sauerstoff zugelassen wird. Hierauf beruht die Methode von Appert, Fleischspeisen aufzubewahren.

Das Fleisch gibt beim Kochen keinen Leim, die Gallerte, welche man erhält, rührt vom beigemischten Zellgewebe her. Beim Kochen erleidet das Fleisch mancherlei Veränderungen. Die im Wasser löslichen Theile werden ausgezogen, während das in den Flüssigkeiten des Fleisches enthaltene Albumin coagulirt. Dann löst sich das Zellgewebe auf, und zwar sowohl das, welches sich in der äusse-

ren Umgebung, als das, welches sich im Inneren befindet. Auch das im Fleisch enthaltene Fibrin wird verändert und erleidet eine Zersetzung, wobei sich eine in Wasser lösliche Materie von dem Geschmack des Zomidin bildet. Je länger man kocht, desto mehr bildet sich davon, während die Fleischfaser immer mehr erhärtet und zusammenschrumpft. Zuletzt, wenn alles Zellgewebe der Fleischfaser sich in Leim verwandelt hat, erhält man eine Masse, welche nach dem Abseihen, Abwaschen und gelinden Trocknen hart ist und wie grobe Sägespäne aussieht. Das Fleisch ist dann zur Nahrung untauglich, wenn schon die Abkochung an aufgelösten Nahrungsstoffen reicher geworden ist. Es gibt einen Grad des Kochens, der grade recht ist; diesen hat man bei der Zubereitung des Fleisches zu suchen, und schon der Geschmack gibt uns dafür einen Maassstab.

Die Fleischbrühe enthält ausser dem zu Gallerte aufgelösten Leim das Alkohol- und Wasserextract des Fleisches und den beim Kochen verlorenen Theil des Fibrins. Ihren eigentlichen Fleischgeschmack erhält sie von aufgelöstem Zomidin. Durch die Ausziehung des Zomidins verliert das Fleisch seinen eigenthümlichen Geschmack, und dies ist um so mehr der Fall, je länger es gekocht wird. Die nähere Zusammensetzung des Zomidins kennt man nicht. Gebratenes Fleisch behält seinen Fleischgeschmack, weil das Braten eigentlich nur ein Kochen in dem im Fleische schon enthaltenen Wasser ist, wobei alle diese Stoffe im Fleische zurückbleiben und nur seine äusserste Oberfläche austrocknet und durch Hitze braun wird.

Die Veränderungen des Fibrins und Albumins beim

Kochen hat neuerdings Mulder *) näher untersucht. Nach ihm wird beim Kochen des Fleisches das Protein des Fibrins oxydirt, und es entsteht theils Proteinbioxyd $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}$, das hart und in Wasser unlöslich ist, theils Proteintritoxyd $C_{40}\ H_{64}\ N_{10}\ O_{16}$ oder $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{15} + H_2O$, das in Wasser löslich ist, und sich daher in der Fleischbrühe findet. Letzteres entsteht auch beim Kochen des Eiweissstoffs. Wie wir später hören werden, findet sich Proteinbioxyd und Proteintritoxyd auch im Blute, besonders im entzündeten, und die sogenannte *crusta inflammatoria* besteht wahrscheinlich nur aus diesen Oxydationsstufen des Proteins.

Säuren verändern das Fleisch ganz in derselben Art wie reines Fibrin. Es wird durch Verbindung mit verdünnten Säuren härter und widersteht der Fäulniss. Stärkere Säuren machen es aufquellen, gelatiniren und in Wasser löslich.

Kaustische Alkalien lösen das Fleisch auf, besonders schnell, wenn sie concentrirt sind. Es entweicht dabei Ammoniak und bildet sich eine geringe Menge Schwefelalkali.

Salze mit alkalischer Basis bewahren das Fleisch vor Fäulniss und im gewöhnlichen Leben wendet man dazu bekanntlich das Kochsalz an. Unter den Metallsalzen vereinigen sich mehrere mit der Fleischfaser auf dieselbe Weise wie mit dem Fibrin des Blutes, vorzüglich Eisenoxyd- und Quecksilberoydsalze, worauf es nicht mehr fault.

*) Annal. der Chem. und Pharm. v. F. Woehler u. J. Liebig Bd. 47. S. 324.

Bei einer Analyse der Muskelsubstanz erhielt Berzelius:

Faserstoff, Gefässe und Nerven	15,80
Leim aus dem Zellstoff	1,90
Albumin mit etwas Milchsäure (?) und Farbstoff	2,20
Alkoholextracte *) (wenigstens zwei verschiedene Arten) mit freier Milchsäure (?); mit milchsaurem (?) Kali, Natron, Kalk, Talk und Ammoniak; mit Chlorkalium und Chlornatrium .	1,80
Zomidin und drei oder vier andere noch nicht näher bestimmte Wasserextracte mit phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Kalk .	1,05
Albuminhaltigen phosphorsauren Kalk . . .	0,08
Wasser und Verlust	77,17
	100,00

Die Zusammensetzung des fettfreien Muskelfleisches vom Ochsen fanden Playfair und Böckmann identisch mit der des Blutes. Die Analyse ergab:

	Playfair	Böckmann
Kohlenstoff	51,83	51,89
Wasserstoff	7,57	7,59
Stickstoff	15,01	15,05
Sauerstoff	21,37	21,24
Asche	4,23	4,23

*) Das Alkoholextract des Fleisches in Verbindung mit Milchsäure (?) und milchsauren Salzen ist das, was Thenard und andere Chemiker Osmazom nennen, eine Benennung, welche ohne Unterschied allen extractartigen, stickstoffhaltigen Materien aus dem Thier- und Pflanzenreich gegeben worden ist. Da das Osmazom demnach nicht eine eigenthümliche Substanz, sondern ein Gemenge von vielen ist, so ist diese Benennung füglich zu unterlassen.

10

Zieht man den Aschengehalt ab, so ist die Zusammensetzung des organischen Theils des Fleisches:

			Atome	berechnet
Kohlenstoff	54,12	54,18	48	54,62
Wasserstoff	7,89	7,93	78	7,24
Stickstoff	15,67	15,71	12	15,81
Sauerstoff	22,32	22,18	15	22,33

In 100 Theilen Asche aus Ochsenfleisch fand Enderlin*)

a. In Wasser lösliche Bestandtheile.

Dreibasisch phosphorsaures Natron	45,100
Chlornatrium und Chlorkalium	45,936
Schwefelsaures Alkali	Spuren

b. In Wasser unlösliche Bestandtheile.

Phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Bittererde und phosphorsaures Eisenoxyd	6,840
	97,876

Die Asche war nie kohlenfrei, reagirte stark alkalisch, brauste mit Säuren nicht auf und stimmte mit der des Blutes überein. Die Annahme von Milchsäure oder milchsauren Salzen im Fleische beruht nach Enderlin auf einem Irrthum. Kein Chemiker hat nach ihm mit Bestimmtheit freie Milchsäure oder milchsaure Salze im Körper nachgewiesen. Eine Angabe von freier Milchsäure bedeutet nur saure Reaction. Dampft man das Wasserextract des Fleisches auf dem Wasserbade ab, extrahirt den Rückstand mit Alkohol, versetzt das alkoholische Filtrat tropfweise mit Schwefelsäure, digerirt die von den schwefelsauren Salzen abfiltrirte

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 50. S. 65.

Flüssigkeit mit kohlensaurem Baryt bis zur Neutralität, fällt das Filtrat mit schwefelsaurem Zinkoxyd und dampft das neue Filtrat ab, so erhält man keine Krystalle von milchsaurem Zinkoxyd. Hieraus und aus der Abwesenheit der kohlensauren Salze in der Asche ergibt sich hinreichend die Abwesenheit der milchsauren Salze im Fleische.

Eine vergleichende Untersuchung des Fleisches verschiedener Thiere hat C. Schüz *) bekannt gemacht. Das Fleisch der Schweine unterscheidet sich nach ihm von Kalb- und Ochsenfleisch besonders durch einen grösseren Gehalt an Zomidin und Fibrin. Das Fleischextract junger Thiere enthält mehr in Weingeist und das von älteren mehr in Wasser lösliche Theile; ferner soll das Fleisch der ersteren fast nur Natronsalze, und das der letzteren fast nur Kalksalze enthalten. Das Fibrin junger Thiere ist in concentrirten Säuren schneller löslich, als das der alten. Die Analyse ergab aus:

Ochsenfleisch.	Kalbfleisch.	4 Wochen alt. Schweinefl.	½jährigem Schweinefl.	Fleisch von *Cyprin. nas.*	Fleisch von *Cyprin. Carp.*	
77,50	75,70	70,98	72,18	80,00	76,70	Wasser
4,30	2,34	3,45	4,20	2,88	2,35	Albumin und Cruor
1,32	1,75	3,31	1,55	1,38	2,00	Alkoholextract
1,80	1,14	2,06	1,65	2,15	1,70	Wasserextract
15,00	19,00	21,10	20,30	13,50	17,18	Faserstoff
0,08	0,07	0,10	0,12	0,09	0,07	Fett und Verlust.
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

*) Vergleichende chemische Untersuchungen des Fleisches verschiedener Thiere. Herrenberg 1841.

Nach den Untersuchungen von Fellenberg und Valentin enthält ferner der Faserstoff der Muskeln beim Fötus mehr Wasserelemente und mehr Wasserstoff als der Muskelfaserstoff des Erwachsenen, und während die Asche des letzteren nur 0,9248 Proc. betrug, war sie in ersteren = 1,9580 Proc. *).

Bewegungskraft und dadurch bewirkte Bewegung der Muskeln.

Die Kraft, sich zu bewegen, kommt den Muskeln an und für sich zu. Das Bewegungsvermögen ist etwas dem Muskel ebenso Eigenthümliches, als z. B. dem Hörnerven die Fähigkeit, uns Tonempfindung zu verursachen. Diese Kraft ist eine eigenthümliche, die sich weder auf physikalische, noch auf chemische Grundsätze zurückführen lässt. Sie setzt den Muskel während des Lebens in den Stand, einen Druck auszuhalten, wodurch er im Tode zu Brei werden würde**). Die Muskelkraft ist eine Modification der organischen Kraft überhaupt und wie diese nicht näher erforschbar, sie wird uns ewig, wie das göttliche Wesen selbst, unbegreiflich bleiben. Die Integrität der Muskelkraft ist aber an eine gewisse Mischung und einen gewissen Zustand der Muskelsubstanz gebunden, ebenso wie das Denken an eine bestimmte Beschaffenheit des Gehirns. Die Mischung und der Zustand, welcher dem Muskel die Bewegung möglich macht, mindert sich sowohl mit der

*) J. Müller's Archiv 1841. S. 542.

**) Ich habe Menschen gesehen, die auf ihrem Rücken 17 Centner trugen.

Bewegung selbst*), als auch durch veränderten Stoffwechsel, und es tritt dann das Gefühl der Müdigkeit und dadurch der Trieb zur Ruhe ein. Das Bedürfniss der Ruhe ist daher nicht nur nach angestrengten Bewegungen, sondern auch in vielen Krankheiten eine constante Erscheinung. Der Gedanke, als beruhe die lebendige Zusammensetzung des Muskels auf chemischen Principien, ist demnach gänzlich zu verwerfen. Die Mischung der anorganischen Elemente im Muskel, welche ihn zur Bewegung befähigt, ist ebenso gut die Folge einer eigenthümlichen organischen Kraft, wie die Bewegung selbst. Die Chemiker, welche gern heut zu Tage, wie schon einmal früher, an Alles ihren eigenen Maassstab legen möchten, und doch eine organische Kraft nicht in Abrede stellen können, suchen sich zwar damit zu helfen, dass sie die chemischen Kräfte den organischen unterordnen, den Chemismus gleichsam zu einem willenlosen Diener des Organismus machen; wenn aber die chemischen Kräfte im Organismus anders wirken, als ausserhalb desselben, so hören sie eben auf, chemische zu seyn. Auch erweist sich die organische Kraft als mächtig genug, um eines Gehülfen entbehren zu können. Allerdings spielt der Chemismus im Organismus eine nicht unwichtige Rolle, allein er ist ihm weder subordinirt, noch coordinirt, sondern bildet nur eine den Organismus heilsam beschränkende und

*) Schroeder van der Kolk fand in gelähmten Gliedern das Muskelgewebe in Fett umgewandelt und die Arterien verknöchert. *Observat. anatom. pathol. et pract. Amstelod.* 1826. *Fasc. I.*

stets thätig und wachsam erhaltende Opposition, und die excrementiellen Stoffe sind seiner Wirkung besonders zuzuschreiben.

Insofern der Muskel zu seiner Thätigkeit einer bestimmten Mischung bedarf, ist der ungehinderte Zufluss und Abfluss des Blutes für ihn von Wichtigkeit. Wird der Blutzufluss zu den Muskeln unterbrochen, so erleiden auch die Bewegungen derselben mehr oder weniger eine Störung, wie dies Stenson zuerst durch Experimente an Thieren gezeigt hat. Auch beim Menschen beobachtet man nach Unterbindung grosser Blutgefässe häufig dieselbe Erscheinung. Die Muskeln, denen durch die Unterbindung die Blutzufuhr abgeschnitten ist, hören so lange auf, sich zu bewegen, bis der Collateralkreislauf sich hergestellt hat. Arnemann, Bischoff, Emmert und Andere haben dieses bestätigt. Nichtsdestoweniger ist es unzweifelhaft, dass selbst nach gänzlichem Stillstand des Blutes bei getödteten Thieren Muskelbewegungen durch Reize hervorgerufen werden können; auch hemmt die Unterbindung einer Arterie den Einfluss des Blutes nicht allgemein, sondern in den Capillargefässen wird sich immer noch Blut befinden. Ferner hat Segala gezeigt, dass die Muskelbewegungen ebenfalls vermindert werden, wenn der untere Theil der *vena cava* unterbunden wird. In diesem Falle tritt nicht sowohl ein Blutmangel, als vielmehr ein gehinderter Abfluss und Zufluss des Blutes ein. Das venöse, bei der Ernährung bereits gebrauchte Blut wird zurückgehalten und frisches arterielles Blut kann nicht zufliessen. J. Müller ist daher der Ansicht, dass nur

unter dem beständigen Einflusse von arteriellem Blute die Muskeln ihr volles Contractionsvermögen behalten. Diese Ansicht wird unterstützt durch das schwache Bewegungsvermögen Blausüchtiger. Den Muskeln Blausüchtiger wird ebenfalls kein reines arterielles Blut zugeführt, sondern ihr arterielles Blut ist durch Offenbleiben des *duct. Botalli* oder *foramen ovale* oder durch Enge der *art. pulmonalis* mehr oder weniger mit venösem Blute versetzt. Solche Menschen sind aber zu grösseren Muskelanstrengungen durchaus unfähig. Es entsteht jedoch die Frage, ob die Entbehrung des frischen arteriellen Blutes nicht auch eben so nachtheilig für die Functionen der Muskelnerven ist, als für die Muskeln selbst. Die Muskeln, obwohl zu Bewegung fähig, vollziehen diese doch nicht ohne einen entsprechenden Reiz von Seiten des Nervensystems, der Erfolg wird daher derselbe seyn, wenn der Muskel nicht die zur Bewegung nöthigen Eigenschaften besitzt, oder den zur Bewegung nöthigen Reiz entbehrt. In dem einen, wie in dem anderen Falle kommt die Bewegung nicht zu Stande. Wir werden wohl der Wahrheit am nächsten kommen, wenn wir vermuthen, dass der Zufluss des arteriellen Blutes für die Erhaltung der Muskel- und Nerventhätigkeit gleich wichtig ist. Dass die Muskelthätigkeit zu ihrer Aeusserung eines nervösen Impulses bedarf, ist früher heftig bestritten worden. Haller und nach ihm viele Andere schrieben den Muskeln die Fähigkeit zu, sich auch auf andere, als nervöse Reize, zu bewegen, z. B. auf galvanische, chemische, mechanische, und nannten dies Vermögen des Muskels, auf die verschiedenartigsten Reize zu wirken, Irri-

tabilität. Die Ansicht Haller's von der Irritabilität ist aber längst erschüttert, und wir haben bereits im ersten Buche S. 9 die Gründe für die Unzulänglichkeit dieser Ansicht angegeben.

Die Bewegung der Muskeln beruht auf einer Zusammenziehung oder Verkürzung ihrer Fasern und das Volumen des Muskels nimmt dabei nach den Versuchen von Ermann und Gruithuisen um ein klein wenig ab. Die Muskelfasern können sich bei der Bewegung entweder in sich selbst, oder durch zickzackförmige Biegungen verkürzen. Eine grosse zickzackförmige Biegung kann man schon mit blossen Augen sehen. Prevost und Dumas haben die Schenkel der winkelförmigen Krümmungen, sowie die Grösse der Winkel selbst gemessen. Die Winkel waren um so spitzer, je stärker die Verkürzung war und umgekehrt. Sie fanden, dass sich die Muskelfasern durch ihre Krümmungen um etwas mehr als den vierten Theil ihrer Länge verkürzten. Dasselbe Resultat erhielten sie bei einer Berechnung der Verkürzung aus den einzelnen Winkeln. Nach Weber entsteht jedoch auch dieselbe zickzackförmige Biegung der Muskeln, wenn man sie in kochendes Wasser legt. Es wird daher etwas zweifelhaft, ob die Crispation der Muskeln ein wesentliches Phänomen ihrer lebendigen Contraction sei. Lauth will auch eine Verkürzung der Muskelfasern ohne Zickzackbiegung beobachtet haben, was jedoch Henle bezweifelt. Der Letztere hat dagegen ausser den grossen zickzackförmigen Biegungen noch andere um das Zwanzigfache kleinere, sowohl an todten als an frischen Muskeln beobachtet. Valentin

nimmt an, dass sich bei der Verkürzung der Muskeln zuerst Einbiegungen in grösseren Entfernungen bilden, und dass es hierbei sein Bewenden hat, wenn die Verkürzung schwach ist. Nimmt jedoch die Verkürzung zu, so entstehen zwischen den bereits vorhandenen neue Einbiegungen. Eine eigenthümliche wiederkehrende Bewegung, die über eine Stunde dauerte, hat Remak*) neuerdings an dem hinteren durchsichtigen Theile des Zwergfells bei Kaninchen, Schweinen, Hunden, Katzen, Tauben und Hühnern beobachtet. Diese Bewegung kam sowohl an frisch ausgeschnittenen Muskelstücken, als auch längere Zeit (48 Stunden) nach dem Tode vor. Sie zeigte sich als eine kriechende, wellenförmige, wurmförmige und schlängelnde oder Zickzackbewegung. Die kriechende Bewegung kam am häufigsten vor, und bestand aus zwei Acten. Erstlich aus einem geringen Vorwärtsrücken einer Stelle der Primitivfasern in der Richtung ihrer Längenachse, wobei sich die Abstände der Querstreifen fast bis zum völligen Verstreichen verkleinerten, dann aus einer gleich langsamen rückgängigen Bewegung derselben Stelle, wobei die Querstreifen allmählig zu ihren früheren Abständen zurückkehrten. Der höchste Grad der Zusammenziehung dauerte dabei kaum ½ Secunde, der Querdurchmesser der Primitivfasern erlitt keine Veränderung. Auf die Zusammenziehung der einen Stelle erfolgte die der nächstfolgenden u. s. w. Bei der wellenförmigen Bewegung nahm auch der Querdurchmesser der Pri-

*) J. Müller's Archiv für Anat. und Phys. 1843.

mitivfasern an der Contraction Antheil. Die Oberfläche derselben erschien dabei in einer beständigen Wellenbewegung, und zugleich wurden während der Contraction Längsstreifen von abwechselnden Abständen sichtbar. Die wurmförmige Bewegung unterschied sich von der des Darms nur durch grössere Gleichmässigkeit der Wellen in Ausdehnung und Aufeinanderfolge und durch verhältnissmässig tiefere Einschnürungen. Die Zahl der Zusammenziehungen einer Stelle innerhalb einer Minute betrug bei den wellenförmigen und wurmförmigen Bewegungen 10—30. Bei der Zickzackbewegung sind sie wegen der Schnelligkeit der Bewegung unzählbar. Eine bestimmte Zeit nach dem Tode wurde in der Regel an allen Stellen des Zwergfells derselbe Grad der Bewegung beobachtet, doch entsprach derselbe nicht immer der Dauer des Leichenzustandes. Zuweilen wurden die erwähnten Bewegungen an frisch ausgeschnittenen Muskelstücken nicht bemerkt, Druck und Dehnung derselben brachten sie aber zum Vorschein. Aehnliche Bewegungen, namentlich eine wellenförmige, habe ich zuweilen auch an den durchsichtigen Schwänzen junger Tritonen bemerkt. Es schien jedoch, als rühre dieselbe von einer Flüssigkeit her, die sich innerhalb der Primitivfaser oder vielleicht auch unter derselben fortbewegte. Die Querstreifen änderten dabei zwar ihre relative Lage zu einander, zeigten sich aber keineswegs, wie Schwann beobachtet zu haben glaubt, als vorübergehende, wechselnde quere Faltungen des Muskelcylinders.

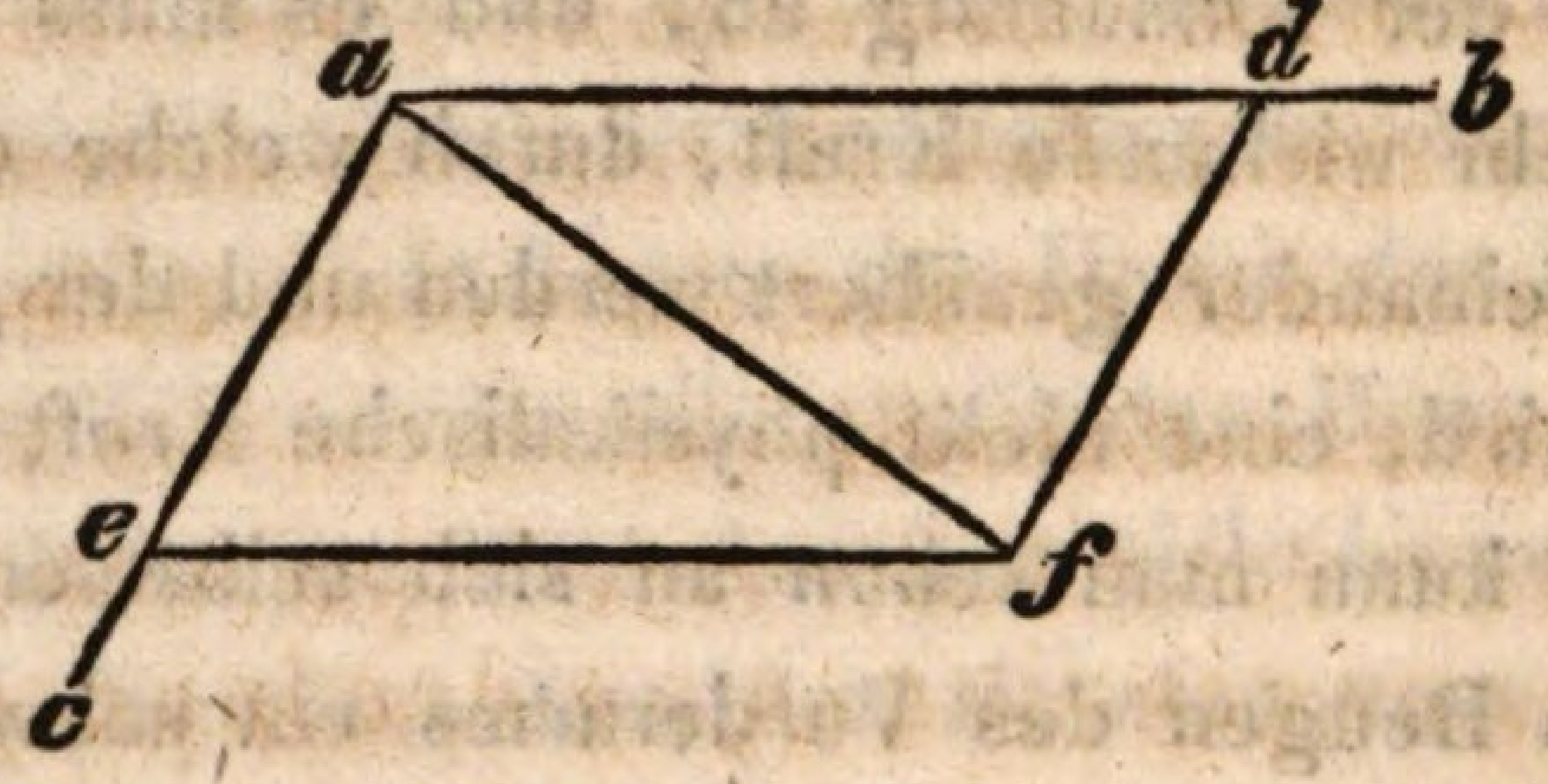
Es war von Interesse, zu wissen, in welchem Verhältnisse die Contractionskraft des Muskels zur Contraction

selbst stehe, oder mit anderen Worten, ob das Zusammenziehungsvermögen mit der Vollziehung der Zusammenziehung selbst wachse oder abnehme. In der anorganischen Natur wächst bekanntlich mit der Anziehung die Anziehungskraft, d. h. Körper ziehen sich um so stärker an, je näher sie einander kommen. So fällt bekanntlich ein Stein um so rascher, je näher er der Erde kommt. Beruhte nun die Contraction der Muskeln auf einer physikalischen Anziehung ihrer Molecüle, so müsste mit der Anziehung auch die Anziehungskraft wachsen. Nach den ingeniösen Versuchen von Schwann an einem Froschschenkel findet aber grade das Gegentheil Statt. Die Anziehungskraft nimmt mit der Anziehung ab, und es muss mithin die in den Muskeln wirkende Kraft, durch welche die Theilchen derselben einander genähert werden und der ganze Muskel verkürzt wird, eine nicht physikalische Kraft seyn. Etwas Aehnliches kann man schon an sich selbst erfahren, wenn man durch Beugen des Vorderarms ein schweres Gewicht von der Erde langsam aufhebt. Es geht keineswegs in dem Grade leichter, als der Arm sich krümmt, obwohl wir den Vortheil haben, dass mit der Krümmung des Arms die Richtung der Kraft auf den gebildeten Hebel einem rechten Winkel näher ist, also zu gleichem Erfolg später eine geringere Kraft nöthig ist, als Anfangs.

Indem die Muskeln sich verkürzen, wirken sie bewegend auf Theile, die mit ihnen verbunden und an und für sich ohne Bewegung sind. Es findet demnach bei jeder Muskelbewegung theils eine active Bewegung Statt, d. i. die des Muskels, und theils eine passive, d. i. die des mit

ihm verbundenen beweglichen und von ihm bewegten Theils. Die erstere kann man auch wohl eine ursprüngliche Bewegung und die letztere eine abgeleitete nennen. Die abgeleiteten Bewegungen sind einfach, wenn auf den beweglichen Theil nur in einer oder in sich gerade entgegengesetzten Richtungen gewirkt wird. Sie sind zusammengesetzt, wenn die Wirkungen in ihrer Richtung sich schneiden, also einen Winkel bilden. Die durch in ihrer Richtung sich schneidende Wirkungen gemeinschaftlich hervorgebrachte Bewegung nennt man die Bewegung in der Diagonallinie oder die resultirende Bewegung *). Sol-

*)



Gesetzt, es würde auf ein Bewegliches in der Richtung von *a* nach *b* und von *a* nach *c* gewirkt. Nach der Richtung *ab* sollte es in eben der Zeit den Weg *ad* beschreiben, in welcher es nach der Richtung *ac* den Weg *ae* zurücklegt. So zieht man, um die resultirende Bewegung zu finden, von den Endpuncten jedes dieser Wege, also von *d* und *e* eine Linie, die dem anderen Wege parallel ist, also *df* und *ef*, bis diese sich schneiden. Man erhält so ein Parallelogramm *adef*. Nun zieht man die Diagonale *af*. Diese Diagonale gibt den Weg an, welchen das Bewegliche in der nämlichen Zeit zurücklegt, in welcher es die eine oder die andere Seite des genannten Parallelogramms würde zurückgelegt haben, wäre es blos von einer der beiden Wirkungen bewegt worden. Durch die Beschreibung dieser Diagonale thut es beiden Genüge. Daher der Name Bewegung in der Diagonallinie. Sind mehr

cher Bewegungen gibt es eine unendliche Menge, indem wir bald diese, bald jene Muskeln zugleich und verschieden stark wirken lassen. Es kann aber durch die Muskeln nicht nur auf die damit verbundenen beweglichen Theile, sondern durch diese auch wieder auf unseren ganzen Körper gewirkt werden, wie dieses beim Gehen, Laufen, Springen, Kriechen, Klettern, Schwimmen u. s. w. der Fall ist. Beim Gehen wird der Körper wechselweise durch die Beine fortgeschoben. Die Bewegung der Beine selbst ist jedoch zum Theil eine Pendelbewegung. Während nämlich das eine Bein den Körper stützt und ihm zur Unterlage dient, schwingt das andere Bein ohne alle Muskelanstrengung, eine geringe Verkürzung ausgenommen, vor, und wird aufgesetzt. Das tragende Bein übergibt nun diesem die Last des Körpers, streckt sich, stösst den Körper dadurch nach vorn und schwingt nun seinerseits vor.

bb. Bewegungsanlagen an der inneren Körperoberfläche.

(Muskulöse Häute.)

An der ganzen inneren Körperoberfläche, in den Luft- und den Verdauungswegen, so wie den Geschlechts- und Harnwegen finden wir unter der Schleimhaut meist eine muskulöse Schicht in Form einer Haut. Gleich den eigentlichen Muskeln wird dieselbe aus Fasern gebildet, die

als zwei Wirkungen vorhanden, so sucht man nach dem angegebenen Verfahren erst für zwei, dann für das Gefundene und eine dritte den resultirenden Weg u. s. w. Die zuletzt gefundene Diagonale ist der Weg des Körpers.

jedoch von denen jener in mehrfacher Hinsicht abweichen. Sie sind glatt, ohne Querstreifen und ihre Fäserchen nicht varicös; sie laufen auch nicht immer parallel, sondern sind oft netzartig verschlungen und gabelförmig gespalten. An manchen Stellen bilden sie mehrere Schichten, die in verschiedenen Richtungen verlaufen. Nirgends sind sie an die Knochen angeheftet. Indem ihre Enden meist gegen einander laufen, bilden sie Kreisabschnitte oder Ringe. Sie haben daher auch keine eigentlichen Antagonisten. Ihre Wirkung bezieht sich nur auf eine Raumveränderung der durch ihren ringförmigen Verlauf gebildeten Schläuche, welche sie verengern oder verkürzen. Die durch sie bewirkten Bewegungen erfolgen nicht rasch, sondern allmählig und rhythmisch. Ihre Nerven und Gefässe sind weniger zahlreich als bei den Muskeln, daher besitzen sie weder deren Empfindlichkeit gegen Reize, noch haben sie eine so rothe Färbung. Nach Berres ist ihr Capillargefässnetz nicht gestreckt, sondern gegittert. Die Nerven, welche ihre Bewegungen vermitteln, gehören zu den unwillkürlichen Bewegungsnerven.

Nach diesen allgemeinen Angaben wollen wir nun eine Erörterung der muskulösen Häute im Einzelnen folgen lassen.

1) In den Luftwegen wird durch glatte Muskelfasern der Raum zwischen den hinten nicht geschlossenen Knorpelringen ausgefüllt, indem sie quer von dem einen Rande des Knorpelringes zum anderen gehen. Sie befestigen sich jedoch nicht gerade am Ende der Ränder, sondern einige Linien davon entfernt an der vorderen Fläche

des Knorpelstreifens. Sie sind ausgezeichnet durch ein helles, schleimiges Ansehen, was nach Henle daher rührt, dass ihnen fast gar keine Kernfasern beigemischt sind, sondern die Kerne sich gesondert, obwohl sehr in die Länge gezogen erhalten. Ausser diesen glatten Muskelfasern kommen aber auch noch eigenthümliche gelbe elastische Längsfasern in den Luftwegen vor, die unmittelbar unter der Schleimhaut liegen und mit dieser sehr fest verwachsen sind. Sie bilden Bündel und sind sehr lang. Schneidet man die Luftröhre auf, so kann man sie durch die Schleimhaut hindurch schimmern sehen. Wenn die Bronchialästchen blos häutig werden, so verwandeln sich nach Henle diese elastischen Längsfasern ebenfalls in glatte Muskelfasern. Die Luftwege sind demnach unzweifelhaft in den Stand gesetzt, sich zu contrahiren. Bis jetzt hat man jedoch nur an Bronchialzweigen von $\frac{3}{4}$ — 1 Linie Durchmesser auf künstliche Reize eine deutliche Verengerung des Lumens wahrgenommen. Krimer will zwar an der Trachea ebenfalls lebendige Contraction beobachtet haben, allein Wedemeyer und Varrier haben dieses nicht bestätigt. Die Verkürzung der Luftröhre beim Einathmen und Verlängerung beim Ausathmen, welche Einige beobachtet haben, ist nach J. Müller eine rein mechanische Folge der Verengerung und Erweiterung des Brustkastens. Selbst der Kehlkopf rückt beim heftigen Einathmen ein wenig abwärts und beim Ausathmen wieder aufwärts.

2) Die muskulöse Haut der Speiseröhre besteht aus zwei verschiedenen Schichten, von denen die innere aus Kreisfasern und die äussere aus Längsfasern ge-

bildet wird. Die muskulösen Fasern der Speiseröhre gehören nicht ganz und gar den glatten an. In den zwei unteren Drittheilen der Speiseröhre finden sich zwar in der Regel nur glatte Muskelfasern, in dem obersten Drittheil aber sind den glatten Muskelfasen gestreifte beigemischt. Die durch die Längsfasern gebildete Schicht zeichnet sich durch ihre Dicke vor allen anderen aus. Sie ist dicker, als die im Magen, Dünndarm und grössten Theil des Dickdarms. Nur der Mastdarm ist in dieser Hinsicht der Speiseröhre ähnlich. Durch die Längsfasern wird die Speiseröhre verkürzt und durch ihre Kreisfasern verengert. Durch die letzteren wird daher der Bissen vorzugsweise in den Magen befördert, während jene vorzüglich beim Erbrechen von Nutzen zu seyn scheinen, wobei der Magen gegen das Zwergfell heraufgezogen und gegen dasselbe angedrückt wird. Die Bewegung der Speiseröhre nach verschlungenem Bissen ist wellenförmig, indem eine Kreisfaser nach der anderen sich zusammenzieht und wieder erschlafft. Man sieht diese Bewegung sehr deutlich sogar äusserlich bei Pferden. Ausser den durch den Bissen hervorgerufenen Schlingbewegungen hat Magendie*) noch an dem untersten Theil der Speiseröhre eigenthümliche rhythmische Zusammenziehungen beobachtet, welche J. Müller**) bestätigt. Diese Zusammenziehungen beginnen an der Vereinigungsstelle der zwei oberen Drittheile mit dem un-

*) Handbuch der Physiologie, übersetzt von Heusinger, 1836. Bd. II. S. 11.

**) Handbuch der Physiol. 4te Auflage. I. 412.

teren und setzen sich mit einer gewissen Schnelligkeit bis zum Magen fort. Ihre Dauer ist verschieden, im Durchschnitt wenigstens 30 Secunden, um so länger, je voller der Magen ist. Während der Zusammenziehung fühlt sich die Speiseröhre hart an und gestattet dem Inhalt des Magens keinen Eintritt in dieselbe. Die Erschlaffung tritt plötzlich und zu gleicher Zeit in allen contrahirten Fasern ein. In manchen Fällen scheint sie jedoch in den oberen früher als in den unteren zu erfolgen. Die während der Erschlaffung aus dem Magen in die Speiseröhre gelangten Flüssigkeiten werden mit der Contraction gewöhnlich wieder in jenen zurückbefördert; in seltenen Fällen wurden sie jedoch auch bis zum Munde befördert. Man darf sich daher, sagt Müller, das *ostium oesophageum* des Magens nicht immer gleich stark geschlossen denken. Bei Dyspepsie scheint die Erschlaffung noch häufiger zu seyn, und es ist hieraus das Aufstossen von Luft und Speisen erklärlich, sei es, dass die Zusammenziehungen des Magens im Moment der Oeffnung der Cardia den Inhalt hervortreiben, oder die mit der Zusammenziehung des Zwergfells erfolgte Verkleinerung der Bauchhöhle einen Druck auf den Magen hervorbringt.

3) Die muskulöse Haut des Magens besteht aus drei verschiedenen Lagen. Die Fasern der innersten verlaufen schräg und können als eine Fortsetzung der Ringfasern der Speiseröhre betrachtet werden. Sie gehen von dem *ostium oesophageum* des Magens schräg nach rechts gegen den convexen Bogen hinab. Die Fasern der mittleren Schicht verlaufen ringförmig um den Magen, von

der kleinen Curvatur gegen die grosse und von dieser gegen jene. Sie scheinen mit den Fasern der Speiseröhre in keinem Zusammenhange zu stehen. Die Fasern der äussersten Schicht erscheinen, wenigstens zum Theil, als Fortsetzungen der Längsfasern der Speiseröhre, und gehen vom *ost. oesophageum* theils strahlenförmig an der vorderen und hinteren Fläche des Magens herab, theils als Längsfasern an der grossen Curvatur zum Pylorus und Duodenum. Durch Zellgewebe ist die muskulöse Haut des Magens mit der Schleimhaut verbunden. Dieses Zellgewebe ist vorzugsweise der Ort für die Verbreitung der Blutgefässe und in krankhaften Zuständen der Sitz von Verhärtungen und Geschwülsten. Im nüchternen Zustand ist der Magen meist zusammengezogen. Sobald aber die Speisen in den Magen gelangen, treten periodische Bewegungen ein, in deren Folge sie vom Magengrund längs der grossen Curvatur gegen den Pylorus und von hier wieder längs der kleinen Curvatur gegen den Magengrund bewegt werden, was sowohl bei Menschen als Thieren durch unmittelbare Beobachtung erwiesen ist. Die Umwälzungen sind in 1—3 Minuten vollendet, sie nehmen aber mit dem Fortschritt der Chymification an Schnelligkeit zu. Der Pylorus ist dabei im Anfang ganz oder theilweise geschlossen. Seine Verschliessung kann so stark seyn, dass selbst Flüssigkeiten nicht hindurch gehen. Man sieht indessen leicht ein, dass der Magen seine Bewegungen, vermittelst der in verschiedener Richtung angelegten Muskelfasern, nach den Umständen muss abändern können, und dass namentlich die Quantität und Qualität der Nahrung hierbei in

Betracht kommt. Ist der Magen voll, so beschränken sich nach Magendie seine Bewegungen auf die dem Pylorus zunächst gelegene Partie, und der Pylorus öffnet sich von Zeit zu Zeit, um das Verarbeitete durchtreten zu lassen. In dem Maass, als sich der Magen entleert, dehnt sich die Bewegung desselben aus, und zeigt sich auch in der *portio splenica*, wenn der Magen fast leer ist.

In Folge antiperistaltischer Bewegungen des Magens und der Speiseröhre mit gleichzeitiger Contraction der Bauchmuskeln und des Zwergfells kann der Mageninhalt gewaltsam nach oben durch die Mund- und selbst Nasenhöhle entleert werden. Dies ist das Erbrechen. Ein unvollkommener Act des Erbrechens zeigt sich schon im Aufstossen, wobei nicht selten eine geringe Menge saurer Flüssigkeit in die Mundhöhle gelangt. Zu unterscheiden ist davon das durch verschluckte Luft künstlich hervorgerufene Aufstossen. An diesem hat der Magen gar keinen Antheil, indem die verschluckte Luft nur eine kleine Strecke in den Oesophagus hinein getrieben und dann durch antiperistaltische Bewegung desselben wieder nach oben ausgestossen wird.

Beim vollkommenen Erbrechen bläht sich zuerst der Magen auf. Diese Aufblähung erfolgt bald rascher, bald langsamer, immer aber allmählig und erreicht bisweilen einen sehr hohen Grad. Auf diese Ausdehnung erfolgt dann eine mehr oder minder kräftige Zusammenziehung der *port. pylorica* des Magens, wodurch sein Inhalt von rechts nach links in die *port. splenica* getrieben wird. Die im Magen enthaltene Luft folgt natürlich dieser Bewegung am leich-

testen, und wird daher **zuerst** durch das zum Theil geöffnete *ost. oesophageum* des Magens in die Speiseröhre hinauf zum Schlund befördert. So entsteht das dem wahren Erbrechen fast immer vorausgehende Aufstossen. Durch erneuerte Contraction der *port. pylorica* und unter Mitwirkung der Bauchmuskeln und des Zwergfells erfolgt **dann** auf gleiche Weise die Entleerung des übrigen Mageninhalts. Ueber den Antheil, welchen der Magen und seine Umgebung an der Brechbewegung nehmen, hat man sich vielfach gestritten. Wiederholte Untersuchungen haben endlich herausgestellt, dass der Magen sowohl für sich, als die Bauchmuskeln ohne den Magen Brechen bewirken können, dass aber in der Regel beide daran Antheil nehmen. Der Schlund verhält sich dabei ähnlich wie beim Schlucken. Die Schenkel des hinteren Gaumenbogens nähern sich so, dass sie sich fast berühren, und sperren wie eine Art Vorhang den oberen Theil des Rachens in die Choanen ab, während das Zäpfchen sich in die Höhe zieht und verkürzt. Zugleich hebt sich der Kehlkopf und begünstigt das Hinüberlegen des Kehldeckels über die Stimmritze. Nichtsdestoweniger erleidet dieser Abschluss der Luftröhre und der Nasenhöhlen öfter eine Störung, was besonders durch das mit dem Erbrechen häufig zusammenfallende Ausathmen bedingt wird. Es gelangen dann Reize in die Nasenhöhlen oder die Luftröhre und es folgt dem Brechen Niesen oder Husten.

Kinder brechen leichter als Erwachsene. Nach **Valentin** liegt der Grund davon in dem noch sehr unentwickelten Blindsacktheil ihres Magens und in dem kürzeren

Wege, den die Stoffe aus dem Magen bis zum Munde zu durchlaufen haben. Je weniger der Blindsacktheil des Magens vertieft ist, um so weniger wird sich nach einer Zusammenziehung der *port. pylorica* der Inhalt des Magens daselbst einsacken. Ist der Blindtheil des Magens noch so flach und unbedeutend wie beim Kind, so finden die Contenta des Magens ohne Hinderniss ihren Weg zum *ost. oesophageum.* Es brechen daher Kinder nicht nur leichter, als Erwachsene, sondern auch unter den Erwachsenen die leichter, deren Magen einen geringeren Blindsack hat, mithin dem eines Kindes ähnlich ist. Aus demselben Grunde brechen Fleischfresser, wie Hund und Katze, leichter, als Pflanzenfresser, wie Pferde und Kaninchen, die fast nie brechen.

4) Die muskulöse Haut des Dünndarms zeigt zwei in ihrer Richtung sich kreuzende Lagen von Muskelfasern. Zunächst unter der Schleimhaut und durch lockeres Zellgewebe damit verbunden erscheinen Kreisfasern. Sie bilden Cförmige nicht geschlossene Ringe, deren Enden verschieden weit von einander stehen. Ausserhalb dieser Ringfaser liegen Längsfasern, die sich mit ihnen fast unter einem rechten Winkel kreuzen, und deren Bündel weniger dicht an einander liegen. Die durch diese Fasern hervorgebrachten Bewegungen sind im Ganzen einfacher, als die des Magens, und werden bei Vivisectionen leichter beobachtet. Oeffnet man die Bauchhöhle eines lebenden Thieres, so sieht man unter dem reizenden Einflusse der Luft die Bewegung des Darmkanals sich allmählig verstärken, und insbesondere fällt eine lebhafte Dünndarmbewegung in die

Augen. Man sieht abwechselnde Einschnürungen und Erweiterungen, Verkürzungen und Verlängerungen, die sich wellenartig fortpflanzen. Auch ohne Section kann man die Bewegung des Darmkanals beobachten. Sie ist durch die Bauchdecken hindurch oft fühl- und sichtbar. Bei niederen Thieren mit durchsichtiger Leibeswand kann man unter dem Mikroskop die Bewegung des ganzen Verdauungskanals beobachten. Im Ganzen ist die Bewegung unregelmässig, bisweilen setzt sie aus und fängt ohne bemerkbare Veranlassung wieder an. Sie schreitet nicht im Zusammenhange von oben nach unten fort, sondern endet bald hier, bald da, und hebt an davon entfernten Stellen wieder an. Bald erscheint sie fast allgemein, so dass die Därme sich durch einander winden, bald ist sie nur auf einzelne Stellen beschränkt. Indem die Ringfasern an einer Stelle sich zusammenziehen, geben sie für die damit sich kreuzenden Längsfasern feste Puncte ab, gegen welche diese sich verkürzen, und die durch die Längsfasern verkürzten Stellen verschlucken, was durch die vermittelst der Ringfasern verengerten Stellen ausgetrieben wird. Die durch die Ringfasern bewirkten Verengerungen schreiten zwar im Allgemeinen und vorzugsweise von oben nach unten fort, allein in geringerem Grade auch von unten nach oben. Hierdurch wird ein Theil des fortgerückten Speisebreis immer wieder zurückgetrieben und seine Berührung mit den Darmwänden dauernder und vielseitiger gemacht. Es wiederholt sich demnach im Dünndarm in geringerem Grade die Bewegung der Speisen im Magen. Wo der Darm sich bedeutend, besonders in einem Winkel, krümmt, wird der Fortgang sei-

nes Inhaltes etwas gehemmt und erst dann wieder freier, wenn die Krümmung durch die Längsfasern gestreckt worden ist. Wird die nach unten fortschreitende Bewegung des Darmkanals gehindert, wie das z. B. durch Einschiebung der Därme in einander, oder Einklemmung derselben geschehen kann, so kehren der Speisebrei und selbst die Excremente durch antiperistaltische Bewegung in den Magen zurück und werden von diesem durch Erbrechen ausgeworfen (Kothbrechen).

5) Dickdarm. Auf dem rechten Darmbeine geht der Dünndarm in den Dickdarm über. Der Dickdarm zerfällt bekanntlich in zwei Hauptabtheilungen, den Grimmdarm und den Mastdarm, oder, wenn man den Blinddarm als einen besonderen Darm zählt, in 3 Abtheilungen. Der Dünndarm und Dickdarm stossen mit ihren Enden nicht an einander, sondern der Dünndarm senkt sich seitwärts in den Dickdarm ein. Der Anfangstheil des Grimmdarms, d. h. der Theil desselben, welcher die Einsenkung des Dünndarms überragt, stellt daher einen etwa 4 Zoll langen geschlossenen Sack dar, den sogenannten Blinddarm. Indem der Dünndarm die linke Seitenwand des Dickdarms durchbricht und sich in die Höhle desselben einsenkt, bildet er daselbst eine Hervorragung und seine Mündung erscheint in Form einer Spalte, die durch zwei breite Falten gebildet wird. Dies ist die sogenannte Bauhinische Klappe, welche die Speisen verhindert, aus dem Dickdarm wieder in den Dünndarm zurückzutreten. Spritzt man daher flüssige oder halbflüssige Massen an einer frischen menschlichen Leiche in den Anfangstheil des Grimmdarms gegen den

Dünndarm zu, so füllt sich nur der Blinddarm und dessen wurmförmiger Fortsatz, aber es gelangt Nichts in den Dünndarm. Der Blinddarm berstet eher, ehe es den eingespritzten Stoffen gelingt, in den Dünndarm einzudringen. Selbst luftförmigen Stoffen verwehrt die Bauhinische Klappe mit vieler Energie den Rücktritt. Dagegen setzt die Bauhinische Klappe den aus dem Dünndarm in den Dickdarm wollenden Speisen kein Hinderniss entgegen. Sind die Speisen aus dem Dünndarm in den Dickdarm getreten, so steht ihnen aber offenbar der Weg ebensowohl nach dem Blinddarm als nach dem Grimmdarm offen, und es scheint dem Zufall überlassen, welchen von diesen beiden Wegen sie wählen. Die Grösse des Blinddarms und seine so oft beobachtete Anfüllung mit Speiseresten, welche daselbst von Neuem angesäuert werden, lassen es jedoch kaum bezweifeln, dass der Blinddarm bei der Verdauung eine wichtige Rolle spielt, und dass die Speisen, wenn sie aus dem Dünndarm kommen, zunächst ihren Weg nach dem Blinddarm nehmen sollen, ehe sie in den übrigen Theil des Dickdarms übergehen. In welcher Art jedoch die Darmbewegungen so in einander greifen, dass dies mit Nothwendigkeit erfolgt, und in welcher Weise anatomische Verhältnisse diese Nothwendigkeit begründen, ist uns zur Zeit noch unbekannt.

Die muskulöse Haut des Grimmdarms besteht, wie die des Dünndarms, theils aus Ringfasern, theils aus Längefasern. Der Schleimhaut zunächst liegen die Ringfasern und auf diese folgen die Längefasern in der Form drei gesonderter einzelner Stränge, die man unpassend auch Bän-

der des Grimmdarms (*ligamenta coli*) genannt hat. Alle drei Stränge fangen am *proc. vermiformis* des Blinddarms an und verlaufen den Grimmdarm entlang. Der eine liegt frei, der andere da, wo das *omentum majus* und die *omentula* vom Darm entspringen, und der dritte da, wo das *mesocolon* sich an den Darm ansetzt. An recht fleischigen Körpern bemerkt man ausser diesen drei Strängen auch noch einzelne zerstreute Längefasern. Durch die Ringfasern wird der Grimmdarm stellenweise quer tief eingeschnürt. Diesen Einschnürungen entsprechend bildet die Schleimhaut nach innen faltige Vorsprünge und die Höhle des Grimmdarms wird dadurch in verschiedene Abschnitte oder Zellen getheilt. Jede dieser Zellen zerfällt aber wieder in drei neben einander liegende Abtheilungen (*haustra coeci et coli*), indem die drei Stränge der Längefasern die durch die Ringfasern gebildeten queren Einschnürungen der Länge nach unterbrechen. Der äussere Umriss des Grimmdarms erscheint daher auch nicht unter der Form eines einfachen Kreises, sondern als aus drei einzelnen Kreisbogen zusammengesetzt.

Die Bewegungen des Grimmdarms sind denen des Dünndarms ähnlich. Die Ringfasern verengern und die Längefasern verkürzen und strecken ihn. Die Bewegungen des Grimmdarms erfolgen jedoch weit langsamer, als die des Dünndarms. Schon wegen der Kürze des äusseren Gekrösblattes ist der Dickdarm weniger beweglich als der Dünndarm, und durch die erwähnten zelligen Abtheilungen wird sein consistenterer Inhalt verhindert, sich leicht und rasch fortzubewegen.

Aus dem Grimmdarm gelangen die Speisen zur Excretion in den Mastdarm. Die Einschnürungen des Grimmdarms in die Quere und Länge fehlen dem Mastdarm. Dieser bildet daher einen gleichförmigen Schlauch und unterscheidet sich von dem Grimmdarm überdies durch ein geringeres Volumen. Die Längefasern, welche im Grimmdarm drei gesonderte Stränge bilden, breiten sich im Mastdarm aus und bilden eine so starke Schicht, dass sich im ganzen Verdauungskanal, die Speiseröhre ausgenommen, nichts Aehnliches findet. Auch die Ringfasern erreichen eine bedeutende Entwickelung, und häufen sich dicht über dem After so an, dass dadurch der *sphincter ani internus* entsteht. Indem die Ringfasern des Mastdarms sich zusammenziehen, werden die Excremente unter Mitwirkung der Bauchmuskeln und des Zwergfells herausgepresst. Das dabei sich verlängernde Rectum verkürzen die Längefasern wieder und ziehen den hinabgepressten After wieder aufwärts.

Vergleicht man die Dickdarmtheile in Bezug auf ihre Beweglichkeit mit einander, so ergibt sich, dass ihre freie Beweglichkeit um so mehr zunimmt, je tiefer sie nach unten liegen. Das *coecum* und *colon adscendens* sind am wenigsten beweglich. Eine grössere Beweglichkeit zeigt sich schon am *col. transversum*. Noch freier ist das *col. descendens* und am freiesten sind die *flexura sigmoidea* und der Mastdarm. Der Grund dieser Einrichtung ist noch nicht bestimmt erwiesen. Wahrscheinlich liegt die Ursache davon darin, dass die Excremente nach unten zu immer consistenter werden und darum die sie einschliessenden Einge-

weide durch eine freiere Beweglichkeit in den Stand gesetzt werden sollen, einem etwaigen Druck um so leichter ausweichen oder nachgeben zu können.

Wie beim Erbrechen, so hat man sich auch über den Antheil der verschiedenen Muskelpartieen beim Stuhlgang gestritten. Unstreitig können Stuhlentleerungen sowohl durch den Mastdarm, als durch die Bauchmuskeln bewirkt werden. Bei Thieren, deren Zwergfellnerven durchschnitten und deren Bauckmuskeln verletzt worden waren, hat man dennoch Defaecation beobachtet, die in diesem Falle nur durch den Mastdarm bewirkt werden musste. Umgekehrt kann aber auch durch den blossen Druck der Respirationsmuskeln, namentlich des Zwergfells und der Bauchmuskeln die Entleerung von Stoffen aus dem Mastdarme zu Stande gebracht werden. Durch die alleinige Wirkung des Zwergfells und der Bauchmuskeln können Blähungen z. B. entfernt werden. So geht ferner bei reichlicher Schleimabsonderung im Rectum, sowie bei Durchfällen häufig durch verstärkte Athembewegungen, wie Niesen und Husten, etwas Flüssigkeit durch den After ab, an deren Entleerung dieser keinen Antheil zu haben scheint. Es können demnach unter gewissen Verhältnissen Entleerungen sowohl durch den Mastdarm, als durch die Bauchpresse bewirkt werden. Gewöhnlich werden jedoch beide hieran Antheil nehmen. Beim Bedürfniss der Stuhlentleerung erfolgt gewöhnlich zuerst eine tiefe Inspiration. Die Lungen füllen sich mit Luft und das Zwergfell tritt nach unten. Zugleich werden die Bauchmuskeln eingezogen und die Bauchhöhle nicht nur von oben, sondern auch von den Seiten her

verengert. Die Exspiration wird möglichst verzögert. Dieses willkürliche Anhalten der Exspiration in Verbindung mit dem Druck auf die Eingeweide des Unterleibs erzeugt daher leicht eine Blutüberfüllung im Kopf, in deren Folge das Gesicht sich röthet, die Augäpfel hervortreten und sogar vorübergehend Kopfschmerz entstehen kann. Dass Apoplektiker auf dem Abtritt vom Schlagfluss befallen wurden, ist öfter beobachtet worden. Ueberhaupt sterben Kranke nicht selten auf dem Nachtstuhl. Der Rest des Lebens wird mit der dazu nöthigen Anstrengung erschöpft. Sind durch das herabsteigende Zwergfell und die Zusammenziehung der Bauchmuskeln die Eingeweide gegen die Beckenhöhle hingedrängt worden, so werden durch kraftvolle Zusammenziehungen des Mastdarms und unter Erschlaffung des *sphincter ani externus* die *faeces* vollends ausgetrieben. Die Thätigkeit des Mastdarms ist hierbei nicht anhaltend, sondern periodisch. Die Entleerung erfolgt daher auch nicht mit einem Mal, sondern in Absätzen. Wahrscheinlich wechselt die Thätigkeit der Ring- und Längefasern mit einander ab. Der durch die Ringfasern verengerte und vorgetriebene Mastdarm wird durch die Längefasern wieder verkürzt und zurückgezogen. Auch lässt sich selbst durch das Gefühl bisweilen wahrnehmen, wie nach jedem Vorrücken wieder ein theilweises Zurückgehen derselben erfolgt. Ueber den Antheil des *levat. ani*, des *coccygeus* und der *transversi perinaei* am Stuhlgang sind wir noch nicht recht im Klaren. Der *levator ani*, welcher den After in die Höhe zieht, unterstützt wahrscheinlich die Längsfasern des Mastdarms und erleichtert

die Erschlaffung des *sphincter*. Auch der *coccygeus* und die *transversi perinaei* können dazu beitragen, den vorgetriebenen After durch Verengerung der Afteröffnung wieder zurückzubringen.

6) Harnwege. Wir betrachten hier die Harnleiter, die Harnblase und die Harnröhre. Nachdem sich sämmtliche Ausführungsgänge der Nieren zu einer gemeinschaftlichen Höhle, dem Nierenbecken, vereinigt haben, geht diese Höhle trichterförmig in einen langen dünnen Schlauch von der Dicke eines Gänsekiels über, der zur Harnblase herabsteigt und den Namen Harnleiter führt. Der Harnleiter besitzt ausser seiner ihn inwendig bekleidenden Schleimhaut und der ihn äusserlich umgebenden Zellgewebsschicht unzweifelhaft auch Muskelfasern, wodurch er contrahirt und sein Inhalt weiter befördert werden kann. Nach C. H. Mayer *) finden sich in den Ureteren der Pferde drei Muskelschichten. Die äusserste und innerste besteht aus Längsfasern und die mittlere aus Cirkelfasern. Die äussere Schicht entspringt von der Urinblase mit starken Bündeln, die gegen die Nieren hin dünner werden. Die Cirkelfasern der mittleren Schicht liegen dichter zusammen und haben Aehnlichkeit mit der mittleren Arterienhaut. Die Fasern der innersten Schicht laufen mehr vereinzelt und ragen etwas nach innen vor. Beim Menschen sind drei solche Schichten noch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. Nach Henle nähern sich die musku-

*) *De musculis in ductibus efferentibus glandular. diss. inaug. Berol.* 1837.

lösen Fasern des Harnleiters besonders gegen die Nieren hin den Bindegewebebündeln und gehen aus ihrem graden Verlauf in einen wellenförmig geschlängelten über, dabei spalten sie sich gleich dem Bindegewebe in feinere Fäserchen. Am leichtesten überzeugt man sich von der Anwesenheit muskulöser Fasern in den Harnleitern bei Verdickung ihrer Wände in Folge von Nierensteinen. Auch kann man durch Kochen die muskulösen Fasern deutlicher machen. Die Harnleiter ziehen sich auf galvanische Reize deutlich zusammen, wie dies J. Müller bei Vögeln und Kaninchen beobachtet hat.

Die Harnleiter besitzen keine Klappen und der Rückfluss des Harns wird durch die Art, wie sie in die Harnblase münden, von selbst verhindert. Die Harnleiter durchbohren nämlich die Blase in schiefer Richtung, so dass ihre Mündung der äusseren Eintrittsstelle nicht gegenüber, sondern etwas tiefer liegt. Ist nun die Blase gefüllt, so wird durch den Druck ihres Inhalts zugleich auch der Harnleiter comprimirt.

Die muskulöse Haut der Harnblase besteht aus längeren und kürzeren Bündeln, die um so dichter liegen, je mehr die Harnblase zusammengezogen ist, und um so entfernter sind, je mehr sich die Harnblase erweitert. Die Muskelfasern der Harnblase verlaufen theils nach dem Längedurchmesser, theils nach dem schrägen Durchmesser, theils nach dem Querdurchmesser der Blase. Wie im Darmkanal bilden auch hier die Längsfasern die äussere und die Querfasern die innere Schicht. Zwischen beiden befinden sich die schrägen Fasern. Die Längsfasern bilden die dick-

sten und längsten Fleischbündel, welche auf der vorderen Fläche der Blase vom Blasenhals zum Blasengipfel aufsteigen und auf der hinteren Fläche vom Blasengipfel wieder zum Blasenhals gehen. Sie bilden durch diesen Verlauf um die Blase gleichsam einen senkrechten Gürtel, den man Harnauspresser (*detrusor urinae*) genannt hat. Nach beiden Seiten hin gehen hiervon schiefe Fasern ab. Nach innen legen sich an die Längefasern die schräg und quer verlaufenden an und bilden theils unter sich, theils mit diesen netzförmige Geflechte. Die schräg und quer verlaufenden Fasern sind schon für sich im Stande, die Blase allseitig zusammenzudrücken und bilden die sogenannten *compressores vesicae*. Durch die Längsfasern wird aber die Zusammenschnürung der Blase vervollständigt und dem Harn nur der Ausweg nach unten frei gelassen. Gegen den Blasenhals hin vermehren sich die Querfasern der Blase, und so entsteht der Schliessmuskel derselben (*sphincter vesicae*). Ausserdem haben wir noch an der Harnröhre den dem Willen unterworfenen *constrictor urethrae membranaceae seu isthmi urethrae*, welcher an den *sphincter ani externus* erinnert.

Die Harnmenge, welche die Blase zu fassen im Stande ist, beträgt im Durchschnitt über ½ ℔, doch lässt sich die Harnblase bedeutend erweitern. Sobald durch den angehäuften Harn oder andere Ursachen der Trieb zum Harnen geweckt wird, zieht sich die Harnblase unter Mitwirkung der Bauchpresse zusammen. Der Widerstand des Sphincter erschlafft und wird überwunden, worauf der Harn in einem spiralförmig gedrehten ununterbrochenen Strahl entleert

wird. Dies lässt darauf schliessen, dass die Zusammenziehung der Blase nicht stossweise oder nachlassend, sondern anhaltend bis zur völligen Entleerung geschieht. Zuletzt fliesst der Harn meist nur noch in einigen Tropfen ab, dieses findet um so mehr Statt, wenn durch zu starke geschlechtliche Thätigkeit oder andere Ursachen die Contraction der Harnblase geschwächt worden ist. Die Mitwirkung der Bauchpresse ist beim Harnlassen geringer als beim Stuhlgang. Sie wird jedoch gesteigert, sobald sich dem Harnabgang Hindernisse in den Weg legen. Wir sehen daher bei solchen, welche an Harnröhrenstricturen, an Verhärtung der Prostata, an Steinen und dergl. m. leiden, die Mitwirkung der Bauchmuskeln und des Zwergfells in eben dem Grade in Anspruch genommen, wie bei hartem Stuhl.

Die Harnröhre besitzt keine muskulöse Haut, allein ihr häutiger Theil wird von obenher durch den *urethralis transversus* und von unten und von den Seiten her durch den *pubo-urethralis* zusammengedrückt, der von dem Zellenkörper der Harnröhre eingeschlossene Theil aber durch den *bulbo-cavernosus* verengert und so der in sie eingeführte Harn ausgetrieben.

b. Bewegungsanlagen im Inneren des Körpers.

(Herz und Gefässe.)

Schon oben wurde erwähnt, das der Organismus nicht nur an seinen Grenzen gegen die Aussenwelt eines Bewegungsapparates bedarf, sondern auch in seinem Inneren. Das der Aussenwelt entnommene Material muss, nachdem

es zur organischen Bildung vorbereitet worden, in alle Theile des Organismus verführt und zugleich alles unbrauchbar Gewordene weggeschafft werden. Wir wissen, dass die zeitliche Erhaltung des organischen Lebens an eine beständige Wiedererzeugung der einzelnen Theile und des Ganzen durch die Theile geknüpft ist; diese stetige Wiedererzeugung wäre aber unmöglich, wenn sich nicht immer auch die räumlichen oder materiellen Verhältnisse wieder herstellten, d. h. wenn nicht überall die Anwesenheit des Stoffs, der die Wiedererzeugung vermittelt, unterhalten würde. Die Organe aber, durch welche dieses geschieht, sind das Herz und die Gefässe.

Das Herz.

Das Herz, dessen Gewicht nach Valentin $\frac{1}{288}$ *) des Körpergewichts beträgt, und dessen Grösse nach Laennec mit der geballten Faust des Menschen, dem es angehört, übereinstimmt, liegt in der Brust mitten zwischen den Lungen, sein breiteres Ende oder seine Basis nach hinten und etwas nach oben und rechts, seine Spitze nach vorn und etwas nach links und unten. Sein flacherer Theil ruht auf dem Zwergfell, während sein gewölbterer Theil nach oben gerichtet ist. Bei normaler Lage entspricht das Herz einem Raum innerhalb der 4ten und 7ten Rippe auf der

*) M. J. Weber fand bei einem Hingerichteten nur $\frac{1}{150}$. Nach Portal und Meckel verhält es sich bei Embryonen aus dem zweiten bis dritten Monat zum Körpergewicht wie 1:50 und beim reifen Fötus und in den ersten Lebensjahren wie 1:120.

linken Seite. Ein Dritttheil des Herzens, nämlich der obere Theil des rechten Ventrikels und der ganze rechte Vorhof, liegt hinter dem Brustbein, das Uebrige hinter den Rippen. Das Herz, welches beim Embryo einen einfachen Schlauch darstellt, theilt sich später durch eine Scheidewand in zwei symetrische Hälften, eine rechte und eine linke, die mit einander nach völliger Entwickelung keine Communication haben. Jede Hälfte scheidet sich ferner wieder in eine grössere und eine kleinere Höhle, die durch eine grosse Oeffnung mit einander in Verbindung stehen. Diese Oeffnung, welche man das *ostium venosum* nennt, ist durch eine zipfliche Klappe verschliessbar: *valvula tricuspidalis* im rechten und *valv. bicuspidalis s. mitralis* im linken Herzen. Das ganze Herz besteht demnach aus vier Höhlen, von denen die grösseren, nach der Spitze zu gelegenen, die Kammern und die kleineren, an der Herzbasis gelegenen, die Vorhöfe genannt werden. Ein kleiner blinder Anhang an jedem Vorhof bildet das sogenannte Herzohr. Das durch die Vorhöfe in die Kammern gelangte Blut geht aus der rechten Kammer durch die *art. pulmonal.* in die Lungen und aus der linken Kammer durch die *aorta* in den Körper. Diese Austrittsstellen für das Blut, die man *ostia arteriosa* nennt, sind ebenfalls durch Klappen, welche eine halbmondförmige Gestalt haben, verschliessbar. Das Herz ist äusserlich glatt und erhält einen Ueberzug vom Herzbeutel, in dessen Höhle es, wenn man sich ihn als geschlossenen Sack denkt, von aussen eingestülpt erscheint. Die Höhlen des Herzens sind mit aus Fleischfasern gebildeten Maschen versehen, und in den Kammern springen kleine Fleischke-

gel (*musculi papillares*) vor, welche durch dem Anschein nach sehnige Fäden mit den zipflichen Klappen des Herzens in Verbindung stehen. Die Innenfläche des Herzens wird von einer eigenen Haut (*Endocardium*) überzogen, welche mit der innersten Gefässhaut grosse Aehnlichkeit hat. Nach Henle besteht sie der Höhle zunächst aus einem Epithelium, dann folgt eine Schicht sehr feiner verworrener Fasern gleich der gestreiften Gefässhaut und endlich eine Lage elastischer Fasern und Bindegewebe. Die Wände des Herzens werden aus Muskelfasern gebildet, welche, wie die der eigentlichen Muskeln, Querstreifen haben, aber weder durch Zellgewebsscheiden eingeschlossen, noch zu einer einfachen Membran oder zu Schichten zusammengefügt sind, sondern nach allen Richtungen sich vielfach durchflechten. Denn das Herz ist bestimmt, sich nach allen Dimensionen zu verengern. Der Verlauf der Herzfasern ist sehr ausführlich von Palicki*) beschrieben worden. Die Beschreibung ist jedoch zu verwickelt, als dass sich daraus eine klare Vorstellung bilden liesse. Wer den Verlauf der Herzfasern näher kennen lernen will, muss diese am Herzen selbst untersuchen. Hierzu ist es zweckmässig, das Herz in Wasser zu kochen oder noch besser mit etwas schwefelsaurer Kalkerde. Nach dem Kochen lösen sich leicht und ohne die geringste Verletzung der Fasersysteme die grossen Gefässstämme von den Ventrikeln und diese von den Vorkammern. An dem linken Ventrikel lassen sich vorzugsweise drei Faserursprünge unterscheiden, welche den grössten Theil der

*) Valent. Repertor. Bd. 7. S. 129.

Bündel der Herzmuskulatur erzeugen. Der eine liegt an dem unteren Rande der Aorta, der zweite an dem Ende der beiden Hauptwarzenmuskeln und der dritte an dem sehnigen Ringe um das *ostium venosum.* Von diesen Ursprungstellen aus machen die einzelnen Faserbündel einen kürzeren oder längeren Weg, sowohl an der Oberfläche, als in der Tiefe der Fleischsubstanz des Herzens, durch, bis sie wieder zu einem ihrer Ursprungpuncte zurückkehren. Die Vermehrung der Masse der Herzmuskulatur erfolgt nicht durch das Hinzutreten neuer Fasern, sondern durch die Verwickelung derselben. Die Hauptsache aber bei der ganzen Beschreibung des Herzens bilden die Verhältnisse der Warzenmuskeln, da ihnen analog auch die übrige Herzfaserung betrachtet werden kann. Die Wände der Vorhöfe sind am dünnsten. Bedeutend stärker sind die Wände der Kammern, und von diesen verhält sich die Muskelmasse der rechten Herzkammer zur linken wie 1:2; die linke Herzkammer hat demnach bedeutend stärkere Wände, als die rechte, und schliesst eine kleinere Höhle ein.

Das Herz ist gegen Berührung und Verwundung nicht sehr empfindlich, dagegen sind functionelle Störungen des Herzens mit den peinlichsten Gefühlen verknüpft. Cruveilhier beobachtete ein Kind, dessen Herz durch eine runde Oeffnung am oberen Ende des Brustbeins hervorgetreten war. Es war ganz blos, ohne Pericardium, seine Farbe blass, die Oberfläche trocken. Nach der Stellung des Kindes veränderte es seine Lage. Es sank bedeutend tiefer herab, wenn das Kind in eine vertikale Lage gebracht wurde und die grossen Gefässe wurden dann sicht-

bar. Die Berührung des Herzens und selbst ein leichter Druck störten seine Action nicht und schienen keinen Schmerz zu verursachen. Legte man das Ohr an dasselbe, so hörte man beide Herztöne, den ersten aber schwächer, als man ihn durch die Brust zu hören gewohnt ist. — Die Nerven des Herzens kommen von den *gangl. cervicalibus*, dem *sympathic. magn.*, dem *glossopharyngeus*, *vagus* und *accessorius*. Sömmerring und Behrends hatten behauptet, dass die Häute und Gefässe, nicht aber die Muskelsubstanz des Herzens Nerven erhielten, allein schon Scarpa zeigte, dass auch diese mit Nerven versorgt würde, und die Zusammenziehung des Herzens auf Reize seiner Nerven gibt hierzu ebenfalls einen Beleg. Neuerdings hat Remack an den Herznerven kleine Ganglien entdeckt, was für die Erklärung der Herzbewegungen von Wichtigkeit ist.

Die Gefässe.

Die Höhlen des Herzens setzen sich in die Blutgefässe fort. Alle Blutgefässe führen zum Herzen oder davon weg. Die Gefässe, welche vom Herzen das Blut wegführen, heissen Arterien, die, welche ihm das Blut zurückführen, Venen. Die feinen Verbindungskanälchen zwischen Venen und Arterien nennt man Capillargefässe.

1) Arterien. Die meisten Anatomen unterscheiden an denselben drei Häute: eine innere, eine mittlere und eine äussere. Nach Henle lassen sich aber an jeder von diesen drei Häuten bei vollkommenen Gefässen wieder

zwei besondere Schichten unterscheiden; er nimmt daher statt drei sechs Häute an*).

a. Die innerste oder allgemeine Gefässhaut (*tunica intima*) ist eine dünne, glatte, dichte, undurchsichtige Haut der Länge nach fest und elastisch, der Breite nach leicht zerreissbar. Bei der Anlage einer Ligatur wird sowohl sie, als auch die mittlere Haut leicht zerschnitten. Sie kommt allen Theilen des Gefässsystems zu. Nach Krause besteht sie aus einzelnen, nicht zu Bündeln vereinigten, äusserst feinen Zellstofffibrillen, die in querer, longitudinaler und schräger Richtung verlaufen und innig verwebt sind, und ist ausserdem an ihrer inneren glatten Fläche mit Plattenepithelium bedeckt, das nur eine einzige Schicht bildet. Henle unterscheidet daher:

1. Das Pflasterepithelium der Gefässe. Ist dem der serösen Häute ähnlich und oft kaum als besondere Schicht zu unterscheiden. Wenn die Zellen, aus denen es besteht, wachsen, so verlängern sie sich besonders in der Längenachse des Gefässes; einzeln stellen sie dann glatte Fasern dar, welche an der Stelle des Kerns breit und an beiden Enden schmal und zugespitzt erscheinen. Das Epithelium kann fehlen, oder nach Resorbtion der Kerne sich in die folgende Schicht umwandeln.

*) 1. Das Pflasterepithelium der Gefässe.
2. Die gestreifte oder gefensterte Haut.
3. Die Längsfaserhaut.
4. Die Ringsfaserhaut.
5. Die elastische Haut.
6. Die Zellhaut.

2. Die gestreifte oder gefensterte Haut. Ist sehr fein, wasserhell, steif, brüchig. Zeichnet sich durch Streifen aus, welche, wenn mehrere Schichten vorkommen, fast nur quer verlaufen, sich verästeln und anastomosiren. Diese Streifen rühren von glatten, nicht über 0,0006''' dicken Fasern her, welche der Membran fest anliegen. Zwischen den Fasern liegen zerstreut verschieden grosse runde Löcher. Die gefensterte Haut hat eine grosse Neigung, sich der Länge nach von den Rändern her umzurollen. Wenn die Kerne des Epitheliums resorbirt worden sind und sich der innere Gefässüberzug in eine homogene Membran verwandelt hat, so lagern sich, wie Henle vermuthet, dieser feine Körnchen an, welche sich mit einander zu Fasern verbinden, während die Membran selbst sich nach und nach auflöst. Indem dieses Anfangs nur stellenweise geschieht, entstehen die erwähnten Löcher.

b. Die mittlere Haut (*tunica media*, *elastica*, *fibrosa*). Ist gelb, hart, trocken, verhältnissmässig leicht zerreissbar und sehr elastisch. Wird sie jedoch sehr stark ausgedehnt, so zieht sie sich nicht wieder auf ihr früheres Volumen zurück, sondern bleibt um ein $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{17}$ ausgedehnter. Sie lässt sich leicht in viele platte, bandartige, concentrisch liegende Schichten theilen, welche aus schräg oder spiralförmig um die Arterie gewundenen Faserbündeln bestehen, und so dicht mit einander verbunden sind, dass sich ein Bindemittel nicht unterscheiden lässt. Eine nothwendige Folge dieser innigen Verbindung ist, dass sich die Schichten dieser Haut gemeinschaftlich bewegen, und solche beschränkte Einschnürungen, wie im Darmkanal, nicht

vorkommen können. Nach innen von diesen gewundenen Faserbündeln findet sich noch eine sehr dünne Lage von weniger elastischen Längefasern. Henle unterscheidet daher:

3. Die Längsfaserhaut. Besteht aus Längefasern, welche die Nachkommenschaft oder weitere Entwickelung der die feinsten Gefässe ursprünglich allein bildenden Haut sind. Der structurlosen Haut der feinsten Gefässe liegen stellenweise äusserlich Kerne an. Diese Kerne verlängern sich bei der weiteren Entwickelung des Gefässes und bilden dann durch Verwachsung die erwähnten Längefasern. Die Längsfaserhaut fehlt jedoch den Arterien in der Regel. Bei den Venen ist sie dagegen oft bedeutend entwickelt. Wir werden bei diesen darauf zurückkommen.

4. Die Ringfaserhaut. Kommt den Arterien vorzugsweise zu. Sie verleiht den Arterien ihre gelbe Farbe und verhindert ihr Zusammenfallen im entleerten Zustande. Sie ist die stärkste der Gefässhäute, aber brüchig und leicht zerreissbar; besteht aus breiteren helleren Streifen mit dunkleren schmäleren Fasern oder Körnchenreihen, die quer um die Arterie laufen. Sehr selten spalten sich die Streifen gabelförmig. Die daran verlaufenden Fasern aber (Kernfasern) verbinden sich häufig zu einem den elastischen Fasernetzen ähnlichen Strickwerk. Bisweilen finden sich zwischen den Lagen der Ringfaserhaut noch Bruchstücke der gestreiften Gefässhaut. In feineren Gefässen wird die Ringfaserhaut durch Essigsäure aufgelöst und in grösseren durchsichtig.

c. Die äussere Haut. Hängt so innig mit der mitt-

leren zusammen, dass sie sich schwer davon trennen lässt. Ist weiss, ziemlich dick, leicht ausdehnbar und verhältnissmässig schwer zerreissbar. Besteht aus einem Gewirr sich vielfach durchkreuzender und verflechtender Fäden, zwischen denen kein Fett eingeschlossen ist. Ihrer Natur nach erscheinen diese Fäden grösstentheils bindegewebeartig, doch finden sich darin auch solche mit dem Charakter des elastischen Gewebes. Henle unterscheidet daher:

5. Elastische Haut. Kommt als zusammenhängende Membran nur in Arterien von grösserem Kaliber vor. Verleiht den Arterien die Fähigkeit, sich nach einer vorausgegangenen Ausdehnung wieder zusammenzuziehen. Besteht aus wahrem elastischen Gewebe. Lässt sich weder in die Länge, noch in die Quere im Zusammenhange abreissen, sondern immer nur in kleinen Stücken. Wird aus starken Fasern gebildet, die sich vielfach verästeln und oft zu netzförmig durchbrochenen Membranen verbinden. Durch Essigsäure wird sie weder aufgelöst, noch durchsichtig.

6. Zellhaut. Die äusserste Haut der Gefässe. Geht an grösseren unmerklich in das formlose Bindegewebe über. Besteht aus Fasern, die geschlängelt der Länge nach verlaufen und ganz den gewöhnlichen Bindegewebsfasern gleichen. Sie werden durch Essigsäure du chsichtig. An grösseren Gefässen finden sich auch die an den Bindegewebsbündeln verlaufenden Kernfasern.

Dicke der Arterienwände. Da die Arterienwände den Druck des strömenden Blutes auszuhalten ha-

ben, so muss ihre Dicke mit diesem in einem gewissen Verhältnisse stehen. Hierüber angestellte Untersuchungen haben Valentin zu folgenden Resultaten geführt:

1) Die Dicke der Wandungen zweier Körperarterien verhalten sich fast unzweifelhaft wie die Quadratwurzeln der absoluten Druckkräfte, unter denen das Blut strömt.

2) In einem und demselben Körper verhält sich fast unzweifelhaft die mittlere Dicke der Lungenarterie zu der Aorta an der analogen Stelle $= \sqrt{1} : \sqrt{2}$ oder $= 1 : 1{,}4142136$.

Venen.

Die Venen unterscheiden sich im Allgemeinen von den Arterien durch eine dünne Wandung und ihr Zusammenfallen im entleerten Zustande. Dagegen sind sie weit ausdehnbarer als die Arterien. Die eigenthümliche mittlere Haut der Arterien scheint ihnen ganz zu fehlen. In ihrem Inneren besitzen sie Klappen, welche dem Blute den Weg zum Herzen, aber nicht von da zurück gestatten. Die Klappen finden sich schon an den Venen von weniger als 1‴ Durchmesser und fehlen unter den grösseren nur in den Venen der Unterleibseingeweide und einigen der oberen Körperhälfte. Besonders häufig sind sie da, wo durch Zusammenziehung der Muskeln die Gefässe gedrückt werden, wie an den Extremitäten. Sie werden von dem Epithelium der Gefässe überzogen, und bestehen aus Bindegewebe, das dem der fibrösen Häute vollkommen gleicht. An grösseren Klappen finden sich auch Fasern, wie aus der gestreiften Gefässhaut.

Man kann an den Venen, wie an den Arterien drei

Häute unterscheiden oder nach Henle sechs, obwohl manche Anatomen nur zwei angenommen haben.

a. Die innerste Haut ist dieselbe wie an den Arterien, nur dass sie in den Venen schlaffer, dünner, zarter, ausdehnbarer und weniger brüchig ist. Sie ist im Alter nicht so zur Verknöcherung geneigt.

Nach Henle verhält sich das Epithelium und die gefensterte Haut an den Venen ebenfalls ganz so wie bei den Arterien.

b. Mittlere Haut. Obwohl von Einigen ganz geleugnet, kommt sie offenbar doch vor. Sie ist sehr dünn und locker, besteht aus eigenthümlichen zarteren, weicheren und weniger leicht zerreissbaren Fasern als die mittlere Haut der Arterien. Die Fasern, welche fast nur longitudinal verlaufen, und nur, wo sie dicht an die innerste Haut grenzen, eine etwas quere Richtung nehmen, sind platt, nicht ästig, im Zickzack gebogen.

Nach Marx unterscheidet sich die mittlere Haut der Venen von der der Arterien:

1) durch geringeren Zusammenhang der sie constituirenden Fasern.

2) Durch die Ordnung und Aufeinanderfolge der Fasern. Nach aussen liegen Längefasern, nach innen Querfasern.

3) Durch die Richtung der Fasern. Wo Aeste abgehen, setzen sich die Fasern des Stammes in diese fort.

4) Durch grössere Röthe, Weichheit, Expansion und schwierigere Zerreissbarkeit.

Valentin nimmt eine mittlere Venenhaut an, welche

aus eigenthümlichen, vielen Faserstoff enthaltenden muskulösen Fasern besteht, deren Bündel Netze bilden, meist vorherrschend longitudinal verlaufen, zwischen sich Zellgewebsfasern haben und den Venen die Eigenschaft verleihen, ihr Lumen sehr bedeutend und rasch zu verändern. Wirkliche Muskelfasern fand Räuschel nur am Anfang der Hohl- und Lungenvene, in welche sich ein Theil der Muskelfasern des Herzens fortzusetzen (?) scheint, daher sieht man auch diese Gefässe sich gleichzeitig mit dem Herzen contrahiren. Man kann die Muskelfasern an der oberen Hohlvene bis zum Schlüsselbein, an der unteren bis zu deren Theilung verfolgen.

Nach Henle ist die Längsfaserhaut an den Venen oft bedeutend entwickelt und bildet mehrere Schichten, was er jedoch für einen hypertrophischen Zustand zu halten geneigt ist, da solches bei Thieren von ihm nicht beobachtet wurde. Zuweilen gehen die Zellen des Epitheliums in diese Haut unmittelbar über und es fehlt dann die gefensterte Haut. Die Längsfaserhaut hat eine grosse Neigung, sich der Länge nach umzurollen. In stärkeren Gefässen sieht man die Längsfasern oft rankenartige Seitenäste abgeben, die sich mit einander zu Netzen verbinden, so dass die ursprüngliche Längenstreifung nicht mehr recht zu erkennen ist. Immer aber sind die Maschen weiter als im elastischen Gewebe. Essigsäure greift die Längefasern nicht an.

Die Ringfaserhaut fehlt den Venen meist gänzlich, oder ist wenigstens zum grössten Theil anders geartet. Es finden sich in ihr statt der eigenthümlichen Fasern

der Arterien contractile Bindegewebsbündel. Der Mangel der Ringfaserhaut bewirkt das Zusammenfallen der Venen im entleerten Zustande.

c. Aeussere Haut. Ist dieselbe wie an den Arterien, aber weniger dick und dicht, schlaffer und leichter zerreissbar. Sie fehlt da, wo die Venen von festen, unnachgiebigen Wänden umgeben sind, wie zwischen den Platten der harten Hirnhaut, in den Knochenkanälen u. s. w.

Nach Henle fehlt die elastische Haut den Venen, daher sind die Venen weniger elastisch als die Arterien.

Die Zellhaut ist in den Venen wie in den Arterien.

Capillargefässe.

Man hat sich vielfach darüber gestritten, ob die Capillargefässe eigne Wände besässen, oder nur durch das Blut in die Substanz ausgehöhlte Wege seyen. Um beide Ansichten zu vermitteln, nahmen Manche an, dass die Wände der Capillargefässe nur als dichtere Grenze der Substanz, nicht als selbstständige Membranen zu denken seyen. Nach den neuesten Untersuchungen ist es jedoch unzweifelhaft, dass die Capillargefässe wirklich eigne Wände besitzen. Durch Maceration in Wasser lässt sich die Substanz zwischen den Capillargefässen an manchen Stellen entfernen, und die Capillargefässe bleiben als selbstständige Theile zurück. So in der Rindensubstanz der Nieren, der Chorioidea und Iris, dem *corpus ciliare*, den *plexus chorioid.* des Gehirns, am schönsten aber nach Windischman aus der Haut der Spiralplatte der Vogelschnecke. Sehr deutlich sieht man die eignen Wände der Capillarge-

fässe an dem Schwanze von Froschlarven. Die doppelten Contouren derselben treten sehr scharf hervor. Schwann sah an den Capillargefässen im Mesenterium des Frosches bei starker Vergrösserung selbst undeutliche Kreisfasern, und hier und da Zellenkerne. Die Haargefässe gehören zu den feinsten Kanälen des Körpers. Ihr Durchmesser entspricht dem der Blutkügelchen $\frac{1}{1000}$—$\frac{5}{1000}$ P. Z. Es gibt jedoch auch Capillargefässe, deren Durchmesser zu klein ist, um Blutkörperchen durchzulassen und die daher nur den flüssigen Theil des Blutes, den *Liq. sanguinis* aufnehmen. Solche feine Capillargefässe finden sich unzweifelhaft an den durchsichtigen Theilen des Auges, namentlich der Linsenkapsel und der Hornhaut. Auch in anderen Theilen des Körpers, vielleicht in allen, die überhaupt Blut führen, mögen solche feine Capillargefässe (*vasa serosa*) vorkommen. An den Schwänzen von Froschlarven sah ich Capillaren, die viel zu eng waren, um Blutkörperchen durchzulassen.

Nach Henle erscheinen die Capillargefässe als gleichartige oder feinkörnige helle Streifen mit mässig blassen einfachen Contouren von 0,002''' Breite. Bei Froschlarven habe ich auch an den feinsten Capillargefässen immer doppelte Contouren gefunden. Sie bestehen aus einer structurlosen Haut, in welcher sich durchaus keine Streifen oder Fasern erkennen lassen. In der Substanz ihres Randes, oder derselben äusserlich, seltener innerlich anliegend, bemerkt man ovale Kerne. Ich fand sie oft an den Enden spitz ausgezogen. Sie kommen bald mehr auf der einen, bald mehr auf der anderen Seite des Gefässes vor, bald

auf beiden einander gegenüber, bald in grösseren Abständen, bald dicht hinter einander. Häufig sah ich namentlich zwei dicht neben einander. Ob diese Kerne wirklich die Kerne der Zellen sind, aus denen sich die Gefässe bilden, ist mir bis dahin noch zweifelhaft. Sowohl von diesen als von den Kernen der Kernfasern möchte ich glauben, dass sie erst später entstehen. Wir werden darauf im dritten Buch ausführlicher zurückkommen. Sobald die Gefässe an Volumen zunehmen, legt sich sowohl innerlich als äusserlich von der ursprünglichen Gefässhaut eine neue Hautschicht an. Die sich nach innen anlegende Schicht besteht aus Zellenkernen mit Bildungsstoff und gleicht dem Epithelium, welches sich in der That daraus entwickelt. Die sich aussen anlegende Schicht zeigt ebenfalls Zellenkerne, die in ihrer Dicke zu liegen scheinen und ihr ein höckeriges Ansehen geben. Diese Kerne wachsen quer um das Gefäss. Wenn dieses geschieht, so wachsen zugleich die Kerne der darunter liegenden ursprünglichen Gefässhaut nach der Länge des Gefässes, so dass bei noch etwas weiter fortgeschrittener Entwickelung man eine darunter liegende Längsfaserschicht unterscheidet. Von da an aber wird eine weitere Beobachtung ohne Präparation unmöglich.

Wo die Capillargefässe aufhören, solche zu seyn, lässt sich nicht bestimmt angeben. Ihr Uebergang auf der einen Seite in Venen und auf der anderen in Arterien geschieht so allmählig, dass feste Grenzen nicht abgesteckt werden können, doch haben die netzförmigen Uebergänge das Eigenthümliche, dass die Gefässchen einen gleichen Durchmesser behalten.

Die Form der Capillargefässnetze ist sehr verschieden. Nach Berres ist das sogenannte geschlängelte Gefässgeflecht, welches aus schlangenförmig gewundenen Längegefässen von 0,0024—0,0216 P. L. Dicke besteht und dem Zellgewebe eigenthümlich ist, die Mutterform aller übrigen. Die im geschlängelten Gefässgeflecht schon vorherrschende dendritische Vertheilung entwickelt sich weiter in dem baumzweigähnlichen Geflecht der serösen Häute, dessen Gefässe 0,0096—0,0112 P. L. Durchmesser haben. In den fibrösen Gebilden verlaufen die Gefässe mit den Fasern parallel und bilden das Längenmaschengeflecht, indem ihre Zweige zwischen je zwei Fasern hervorkommen und sich zu Netzen verbinden. Die grösseren Gefässe messen 0,020‴—0,022‴, die kleineren 0,0036‴—0,0048‴. Das lineare Geflecht der Muskeln zeichnet sich durch gestreckte, 0,0012—0,0048‴ dicke, lineal verlaufende Gefässe aus. Aehnlich ist das Längengefässgeflecht der Nerven, welches sich durch ungleiche, der Länge nach fortgesponnene, theils 0,008—0,026‴, theils 0,006—0,0012‴ dicke Gefässe auszeichnet. — Für die Drüsen ist das strahlige Gefässgeflecht bezeichnend; seine Verhältnisse sind schwer zu entziffern. Stärkere Gefässe wandern sparsam verzweigt und geschlängelt bis zu den Drüsenkörnern, wo sich ihre Zweige schnell sternförmig theilen und bald in Form von dichten, astreichen, bald von lockeren, zweigarmen Bündeln zu den Capillargefässen gehen. Ihr Durchmesser beträgt theils 0,0048—0,0090‴, theils 0,012—0,050‴. Endlich unterscheidet Berres noch ein Schwellgefässgeflecht, welches dem *corp. ciliare*, der Iris, der Milz, der Placenta

und den Zellenkörpern des Penis, der Urethra und der Clitoris zukommt. Es besteht aus grossen, 0,0060—0,0212''' dicken Gefässen von sparsamer Vertheilung und Verbindung während ihres geschlängelten parallelen Zugs.

Krause nimmt folgende sieben Grundformen an: 1) Schlingennetze, 2) Schlingenbüschel, 3) Schlingenknäuel, 4) bogenförmige Maschennetze, 5) irreguläre gitterförmige Maschennetze, 6) länglich gitterförmige Maschennetze, 7) Schlingenmaschennetze.

Nach J. Müller sind die Untersuchungen von Berres über den Unterschied der kleinsten Gefässe in den verschiedenen Geweben sehr richtig, gelten aber nicht von den feinsten Capillargefässen selbst, sondern nur von der Form der in diese Netze sich verzweigenden Venen und Arterien. Die Form der Capillargefässnetze variirt nach J. Müller blos in dem Unterschiede von engeren und weiteren gleichförmigen oder länglichen Maschen. Die dichtesten Netze mit den kleinsten Maschen finden sich in den Lungen. Die Zwischenräume sind hier häufig geringer als die Gefässe selbst. Eben so breit als die Blutströmchen sind die Zwischenräume in der Chorioidea. Weniger dicht sind die Netze in der Iris und dem *corp. ciliare;* ferner in der Leber, den Nieren, Schleimhäuten, der Lederhaut. In den Nieren fand J. Müller den Durchmesser der injicirten Capillargefässe im Verhältniss zu den Zwischenräumen wie 1:4 bis 1:3. Im Gehirn und an den Nerven ist nach Weber die Länge der Capillargefässmaschen acht- bis zehnmal und die Breite vier- bis sechsmal so gross als der Durchmesser der sie bildenden Gefässe.

Knochen, Knorpel, Bänder und Sehnen haben die wenigsten Gefässe und Kapillaren. Dass die Knorpel wirklich Gefässe besitzen, ist ausser allem Zweifel, doch sind sie sparsam. J. Müller sah sie injicirt an Ohr- und Rippenknorpeln, und an der noch ganz knorpeligen Epiphyse am unteren Ende des Oberschenkels beim Neugeborenen sah ich sie ohne vorausgegangene Injection sehr deutlich mit blossen Augen in baumförmiger Verzweigung vom Knochen gegen die Peripherie.

In den Haaren, Nägeln, Zähnen, der Krystalllinse und allen Oberflächendecken fehlen die Gefässe ganz und gar.

Gefässe und Nerven der Gefässe.

Die grösseren Blutgefässe, von 0,5''' Durchmesser an, zuweilen auch noch kleinere, erhalten zu ihrer Ernährung Gefässzweige (*vasa vasorum*). Die arteriellen *vasa vasorum* entspringen aus Zweigen, welche ein Stamm abgibt; nie kommen sie aus der Höhle des Gefässes, an welchem sie sich verbreiten. Auch am Herzen kommen die Arterien für die Erhaltung desselben nicht vom Herzen selbst. Die beiden *arteriae coronariae* bilden bekanntlich die ersten Zweige der Aorta. Zuweilen entspringen die *vas. vasor.* auch aus einer anderen Arterie, z. B. die Gefässe des Aortenbogens aus den *Art. thymic.*, *bronchial.*, *oesophag.* Meist wird eine Arterie mit der daneben liegenden Vene von demselben Stämmchen zugleich versorgt. Die venösen *vasa vasorum* öffnen sich gewöhnlich unmittelbar in den Stamm der Vene, aus deren Häuten sie das Blut sammeln. In ihrem Verlaufe begleiten sie nicht die Arterien, wie dies sonst der Fall ist.

Die Venen des Herzens sammeln sich meist zu zwei grossen Stämmen, die zum rechten Vorhof führen, wo ihre gemeinschaftliche Mündung durch eine Klappe *(valvula Thebesii)* verschliessbar ist. Ausserdem münden noch verschiedene kleinere Venen für sich in das Herz, selbst in die Kammern.

Die feineren Zweige der Ernährungsgefässe bilden in der Zellhaut der Arterien und Venen ein ziemlich dichtes längmaschiges Netz. Nach E. Burdach dringen nur wenige Zweige davon in die Ringfaserhaut der Arterien, wo sie den Querfasern parallel weiter verlaufen. Manche Anatomen haben in der mittleren Arterienhaut gar keine Gefässe gefunden.

Die Gefässe sind wie das Herz gegen Berührung wenig empfindlich, doch erhalten sie unzweifelhaft Nerven, die ihre Ernährung und ihre Functionen vermitteln. Fast an allen Arterien hat man jetzt Zweige des sympathischen Nervensystems nachgewiesen. Auch von den Cerebrospinalnerven sah Göhring Zweige zu den Arterien der Extremitäten gehen. Ob die an den Gefässen sich verbreitenden Nerven auch in den Gefässen enden, ist noch nicht mit unumstösslicher Gewissheit ermittelt. Manche Beobachter wollen es gesehen haben und die Wahrscheinlichkeit spricht dafür. An den Venen ist die Verbreitung von Nerven erst bei wenigen nachgewiesen, wie bei der *vena cava inferior* und den Venen des Gehirns.

Chemisches Verhalten der Gefässe.

Die chemischen Untersuchungen der Gefässe beziehen sich besonders auf die mittlere Haut der Arterien. Beim

Trocknen verliert sie wenig Wasser, nach Eulenberg 71 Procent, dabei wird sie nach Berzelius braungelb oder zuweilen schwarz, hart, spröde, nimmt aber im Wasser wieder ihr voriges Ansehen und ihre Elasticität an. Der Fäulniss widersteht sie besser als die meisten anderen festen Thierstoffe. In Wasser ist sie unlöslich. Auch nach mehrstündigem Kochen damit löst sich nichts auf und Galläpfeltinctur bewirkt in der Flüssigkeit keine Trübung. Wird jedoch das Kochen eine längere Zeit fortgesetzt, so wird nach J. Müller die Flüssigkeit leimhaltig. Eulenberg erhielt aus 30 Gr. trockener mittlerer Arterienhaut nach 120stündigem Kochen 11 Gr. trockene, in Wasser lösliche und damit gelatinirende Substanz. Es gleicht demnach die fragliche Haut in dieser Beziehung dem Zellgewebe. In Essigsäure ist sie unlöslich, dagegen leicht löslich in verdünnter Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure, besonders bei gelinder Wärme. Die saure Auflösung wird nach Berzelius weder von Alkali, noch von Cyankalium gefällt, was geschehen müsste, wenn sie Fibrin enthielte. Retzius beobachtete jedoch auf Cyankalium eine Trübung, was für eine Aehnlichkeit mit Muskelfasern sprechen würde. Allein nach Budge*) ist Cyankalium nicht, wie man bisher annahm, ein Reagens auf die saure Auflösung des Muskelfleisches. Wird zu einer salpetersauren Auflösung von Muskelfleisch oder mittlerer Arterienhaut überhaupt Wasser getröpfelt, so entsteht eine Trübung. In der Auflösung der Arterienhaut nur nicht so gleich und so stark wie in der des

*) Müller's Archiv 1842. S. 367.

Muskels. Hat sich die Trübung gesetzt und man filtrirt ab, so entsteht auf neuen Zusatz von Wasser abermals eine Trübung; entsteht diese nicht, so bewirkt auch Cyaneisenkalium keine. Nach Eulenberg wird sowohl die schwefelsaure als die salzsaure Auflösung der Arterienhaut durch Galläpfeltinctur gefällt. Durch kaustisches Kali wird die Arterienhaut zu einer etwas unklaren, aber ungefärbten Flüssigkeit aufgelöst, aus der Säuren nichts niederschlagen. Vermischt man eine gesättigte alkalische Auflösung mit einer gesättigten sauren Auflösung, so trübt sich das Gemisch langsam und setzt einen Theil des Aufgelösten ab. Diese Umstände zeigen nach Berzelius, dass die Auflösung dieses Gewebes durch Säuren und Alkalien eigentlich eine Katalyse ist, wobei es zu etwas Anderem wird, als es vor der Auflösung war.

Nach Scherer*) gaben 0,522 Gran bei 100° getrocknete mittlere Arterienhaut 0,009 Gran Asche = 1,7 pCt. Bei der Elementaranalyse erhielt er:

	I.		II.		III.
Kohlenstoff	53,750	—	53,393	—	53,334
Wasserstoff	7,079	—	6,973		
Stickstoff	15,360	—	15,360		
Sauerstoff	23,811	—	24,274		
	100,000	—	100,000		

Die hiernach berechnete empirische Formel wäre:

$$C_{48}\ H_{76}\ N_{12}\ O_{16}\ \text{davon die des Proteins}$$
$$C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}\ \text{abgezogen}$$
$$\text{bleibt}\ H_4\ O_2 = 2\,H_2O$$

*) Annal. der Chem. u. Pharm. von F. Wöhler u. J. Liebig Bd. 40. S. 51.

Es würde sich also die Arterienhaut von dem Protein blos durch die Elemente von 2 At. Wasser unterscheiden.

Herzbewegung.

Legen wir an einem Thiere das Herz bloss, so dass seine Bewegungen unseren Augen zugänglich werden, so bemerken wir im Allgemeinen an demselben zwei entgegengesetzte Bewegungen, die ununterbrochen bis zum Tode regelmässig mit einander abwechseln, nämlich eine Contraction und eine Expansion. Nur an der Zusammenziehung oder Systole nimmt nach der Meinung der meisten Physiologen das Herz thätigen Antheil, während es sich bei der Ausdehnung oder Diastole im erschlafften Zustande befindet. Als Beweis für diese Ansicht wird folgender Versuch angeführt: Bedeckt man das entblösste Herz eines Thieres mit einem Körper, der schwer genug ist, es flach zu drücken, so sieht man während der Diastole das Herz im flach gedrückten Zustande bleiben, während der Systole aber den aufgelegten Körper in die Höhe gehoben. Man darf sich aber das Herz während der Diastole nicht so schlaff, wie im Tode denken, denn erstlich sind die Muskeln, wie wir schon gehört haben, im Leben nie ganz und gar erschlafft, und ausserdem ist die Herzsubstanz grade während der Diastole mit Blut strotzend gefüllt. Endlich möchte ich auch die Diastole des Herzens nicht für einen durchaus passiven Vorgang halten; es scheint mir wenigstens eine, wiewohl geringe, active Verkürzung in der Längenachse des Herzens dabei Statt zu finden.

Die Zusammenziehung und Erweiterung des Herzens

erfolgt nicht von allen Seiten her gleichzeitig. Zwar zieht sich die linke Herzhälfte im gesunden Zustande immer zugleich mit der rechten zusammen, aber nicht sein oberer und hinterer Theil, oder die Basis gleichzeitig mit dem vorderen und unteren, oder der Spitze. Sowohl die Zusammenziehung als die Erweiterung des Herzens beginnt an der Basis und geht von dieser gegen die Spitze. Zuerst ziehen sich die Vorhöfe zusammen und darauf folgt die Zusammenziehung der Kammern. Die Zusammenziehung der Kammern folgt der Zusammenziehung der Vorhöfe unmittelbar, so dass die Zusammenziehung dieser der Zusammenziehung jener wie ein kurzer Vorschlag vorausgeht. Die Zusammenziehung der Kammern dauert länger als die der Vorhöfe. Rechnet man auf die Zusammenziehung und Erschlaffung des ganzen Herzens einen Viervierteltact, so kommt etwa $\frac{1}{4}$ auf die Zusammenziehung der Vorhöfe, $\frac{2}{4}$ auf die Zusammenziehung der Kammern und $\frac{1}{4}$ auf die Zeit der Ausdehnung oder Erschlaffung.

Das Herz verändert während der Zusammenziehung zugleich seine Lage, und zwar sowohl in der Richtung seiner Längenachse als in der Richtung seiner Querachse. Die sich streckende Spitze des Herzens hebt sich nach vorn und links und schlägt in der Gegend der fünften bis sechsten Rippe an die Brustwand an, während sich die rechte Hälfte des Herzens etwas gegen die linke dreht. Mit der Diastole kehrt das Herz wieder in seine frühere Lage zurück. Im Einklang mit den Herzbewegungen öffnen und schliessen sich in seinem Inneren die Klappen. In dem Moment, wo sich die Kammern zusammenziehen, schliessen

sich die zipflichen Klappen und öffnen sich die halbmondförmigen, so dass dem Blute der Weg zu den Vorhöfen verschlossen, zu der *arter. pulmonal.* und der Aorta aber geöffnet ist. Umgekehrt öffnen sich die zipflichen und schliessen sich die halbmondförmigen Klappen bei der Diastole, so dass dem Blute der Rückfluss aus der *art. pulmonalis* und *aorta* zu den Kammern verschlossen, der Eintritt von den Vorhöfen her aber geöffnet ist. Man hat daher auch das Herz in seiner Wirkung aufs Blut einem Saug- und Druckwerk mit doppelten Ventilen verglichen. Die Bewegung der halbmondförmigen Klappen ist hierbei wahrscheinlich nur eine passive, denn sie besitzen keine Muskelfasern, und ihre Beschaffenheit und Befestigungsweise verhindert selbst am todten Herzen den Rückfluss eingespritzter Flüssigkeiten. Da die halbmondförmigen Klappen an ihrem freien Rande einen knorpeligen Streifen haben, so springen sie vermöge dessen Federkraft zurück, sobald der Druck des Blutes vom Herzen aus nachlässt, und ihre Schliessung wird vervollständigt, indem die arterielle Blutsäule sich darin fängt. Dagegen beruht die Schliessung der venösen Herzkammermündungen durch die zipflichen Klappen, wenigstens zum Theil, auf einer lebendigen Thätigkeit der Papillarmuskeln. Nach Kürschner kommen auch in diesen Klappen selbst muskulöse (?) Fasern vor. Die Bewegungen des Herzens hat man auch einige Mal am Menschen selbst beobachtet. Cruveilhier beobachtete dieselben an einem Kinde, dessen Herz durch eine angeborene Oeffnung im Brustbein vorgefallen war. Ebenso sah Harvey die Bewegungen des menschlichen Herzens an

einem Jüngling, dessen Herz wegen einer im Sternum befindlichen Oeffnung frei lag.

Herzschlag. Die Herzbewegungen geben sich nicht nur dem Gesicht, sondern auch dem Gefühl und Gehör kund. Beim Auflegen der Hand auf die Herzgegend empfinden wir mit jeder Systole ein mehr oder weniger starkes Klopfen, d. h. den Herzschlag. Dieses Gefühl von Klopfen entsteht unstreitig durch den Anschlag des Herzens an die Brustwand. Die Zeit und Ursache dieses Anschlags hat jedoch zu mehrfachen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. Corrigau, Stokes, Pigeaux, Burdach glaubten, dass derselbe während der Diastole entstehe. Wiederholte Beobachtungen bei Vivisectionen haben jedoch das Irrthümliche dieser Ansicht dargethan. Man stritt sich daher nun noch über die Ursache dieses Anschlags. Alle darüber aufgestellten Ansichten lassen sich im Allgemeinen auf drei zurückführen. Die Bewegung des Herzens, welche den fühlbaren Herzschlag erzeugt, ist entweder eine active oder eine passive, oder beides zugleich. Für eine passive Bewegung suchten Gutbrod und Skoda das Heben der Herzspitze gegen die Brustwand zu erklären. Nach ihnen sollte das Blut, indem es zu einer der Herzspitze entgegengesetzten Oeffnung austritt, auf die Herzspitze in derselben Weise wirken, wie die Entladung eines Gewehrs auf den Gewehrkolben. Aus demselben Grunde, warum dieser zurückprallt, sollte die Herzspitze gegen die Brustwand geschleudert werden. Diese Ansicht widerlegt sich aber durch ein Experiment von Valentin. Schneidet man nämlich dem Her-

zen die Spitze ab, so fährt das Herz nach wie vor fort bei der Systole seine Spitze zu heben, was nicht der Fall seyn dürfte, wenn die Ansicht von Gutbrod und Skoda richtig wäre. Für eine active Bewegung erklärt Heine den Herzanschlag. Nach ihm wird der Herzstoss durch die Zusammenziehung der Papillarmuskeln bedingt, welche die Vorkammerklappen spannen, deren grosser Zipfel an der Basis des Aortenringes befestigt ist. Allein die Herzspitze fährt auch nach Zerschneidung der zipflichen Klappen und Warzenmuskeln fort, sich zu heben. Für eine active und passive Bewegung zugleich hält Valentin den Herzanschlag. Er macht zunächst darauf aufmerksam, dass die meisten Muskelfasern der Herzkammern von den faserknorpeligen Oeffnungsringen an der Basis derselben ausgehen und daher bei ihrer Contraction hier einen festen Ansatz haben; dass sie ferner meist schief oder spiralig von dem Grunde gegen die Spitze laufen und dort umbiegen, mithin bei ihrer Contraction die Spitze heben müssen. Hierzu kommt, dass die Lungenarterie und Aorta sich im Moment der Systole durch das hineingetriebene Blut strecken müssen, wodurch das Herz, welches an ihnen wie an Stricken aufgehängt ist, zu einer hebelartigen Bewegung nach vorn veranlasst wird. Endlich wird dieses begünstigt durch den veränderten Schwerpunct des Herzens. Während der Zusammenziehung der Kammern sind die Vorhöfe mit Blut gefüllt, während der Erweiterung findet das Umgekehrte Statt. Es muss daher der Schwerpunct des Herzens während der Zusammenziehung der Kammern weiter nach hinten,

jenseits oder in die Nähe der Arterienursprünge, während der Diastole aber weiter nach vorn fallen.

Herztöne. Die Herzbewegungen geben sich dem Gehör durch zwei Töne kund. Legt man das Ohr an die Brust, so hört man deutlich einen längeren, matteren und tieferen Ton, der mit dem Herz- und Pulsschlag gleichzeitig ist, und einen unmittelbar darauf folgenden kürzeren, helleren und höheren Ton, der mit der Diastole des Herzens gleichzeitig ist. Die Erklärung dieser Töne hat, wie die des Herzschlags, zu vielen Streitigkeiten Veranlassung gegeben. Ihr Ursprung kann möglicher Weise innerhalb oder ausserhalb des Herzens liegen. Innerhalb des Herzens können dazu Veranlassung geben: das in den Herzhöhlen bewegte Blut, oder die Bewegung der Herzmuskelsubstanz oder die Spannung der Herzklappen. Ausserhalb des Herzens könnten die Töne veranlasst werden durch ein Reiben oder Zusammenstossen des Herzens mit seinen benachbarten Theilen, oder auch durch Bewegungen in und an den damit verknüpften Blutgefässen. Von dem Erwähnten ist bald mehr das Eine oder das Andere von den Physiologen und Aerzten als die Ursache der Herztöne angesehen worden. Laennec leitete den ersten und längeren Ton von der Zusammenziehung der Kammern, den zweiten und kürzeren von der Zusammenziehung der Vorhöfe ab, was jedoch schon darum nicht richtig seyn kann, weil die Zusammenziehung der Vorhöfe nicht unmittelbar auf die der Kammern folgt, sondern dieser vielmehr wie ein kurzer Vorschlag vorausgeht. Andere nahmen daher das Umgekehrte an und liessen den ersten Ton von der Zusammenziehung

der Vorhöfe und den zweiten von der Zusammenziehung der Kammern entstehen, wie Corrigau und Pigeaux. Allein der zweite Ton fällt nicht mit der Zusammenziehung der Kammern in eine Zeit, kann daher auch nicht dadurch hervorgebracht werden. Magendie leitete den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern und dem gleichzeitigen Anschlag der Herzspitze gegen die Brustwand ab; den zweiten Ton aber von einem Anschlag der vorderen Fläche des rechten Ventrikels an die Brustwand während der Diastole. Man hört aber auch beide Töne, wenn man das Stethoskop unmittelbar auf das Herz setzt, oder in Fällen, wo von einem Herzanschlag nichts zu fühlen ist. Ausserdem findet im normalen Zustande ein Anschlag des rechten Ventrikels an die Brustwand während der Diastole gar nicht Statt, und der erste Ton kann oft um einen Moment früher gehört werden, als der Anschlag der Herzspitze gefühlt wird. Williams leitete den ersten Ton von der Zusammenziehung des Herzens und den zweiten von der Spannung der halbmondförmigen Klappen während der Diastole durch die arteriellen Blutsäulen ab. Er betrachtete demnach den ersten Ton als ein Muskelgeräusch und den zweiten als ein Klappengeräusch. Später leitete Williams den ersten Ton von Vibrationen ab, in welche sowohl die Herzwände als die Vorhofsklappen durch die bei der Zusammenziehung Statt findende Spannung versetzt werden sollten. Dass die Zusammenziehung der Muskelfasern die Ursache des ersten Herztones sey, ist nicht wohl denkbar, wenn wir diesen Ton mit dem Geräusch vergleichen, welches andere Muskeln bei der Bewegung verur-

sachen. Auch müsste dann bei hypertrophischen Herzen sich der Ton verstärken, was nicht der Fall ist. Dagegen findet die Ansicht, dass der zweite Herzton ein Klappengeräusch sey, sich dadurch bestätigt, dass er nicht mehr gehört wird, sobald man am blossgelegten Herzen mit einer Nadel die halbmondförmigen Klappen durchsticht und unbeweglich macht. Burdach leitete die Herzgeräusche von dem abwechselnden Einströmen des Blutes in die Kammern und Arterien ab, wobei er supponirte, dass sich in den Herzkammern und Arterien Luft befände, da bei völligem Ausschluss der Luft durch das einströmende Blut kein Geräusch hervorgebracht werden kann. Allein im Leben ist weder im Herzen, noch in den Arterien Luft vorhanden. Cruveilhier hält den Ursprung der Pulmonalarterie und Aorta für die Erzeugungsstelle beider Töne, da sich bei dem von ihm beobachteten Herzvorfall die Töne am stärksten an der Basis des Herzens und am schwächsten an der Spitze vernehmen liessen. Den ersten Ton leitet er vom Aufrichten und den zweiten vom Niederdruck der halbmondförmigen Klappen ab. Rouanet erklärt den ersten Ton durch die Anspannung der Vorhofsklappen während der Systole und den zweiten durch Anspannung der halbmondförmigen Klappen während der Diastole der Kammern. Derselben Ansicht ist Bouillaud, glaubt jedoch, dass zum ersten Ton noch das Anschlagen der halbmondförmigen Klappen gegen die Arterienwände und zum zweiten Ton das gleichzeitig erfolgende Anschlagen der Vorhofsklappen gegen die Herzwandungen mit beitrage. Auch Skoda hält, wie wohl jetzt die Meisten, die Herztöne für Klappen-

geräusche. Der erste Ton entsteht zunächst durch das Anschlagen des Blutes gegen die zwei- und dreizipfliche Klappe, die davon gespannt und segelartig aufgebläht wird. Man hört daher den ersten Ton nie deutlich, sobald die zipflichen Klappen unzulänglich sind. Zur Erzeugung des ersten Tones können aber nach Skoda noch beitragen das Anschlagen der Herzspitze gegen die Brustwand, und die Spannung, in welche die Wände der Aorta und *art. pulmonalis* durch das bei der Systole einströmende Blut gerathen. Der dadurch erzeugte Ton dürfte jedoch nie sehr bedeutend seyn. Der zweite Ton entsteht zunächst durch den Stoss der arteriellen Blutsäule gegen die Semilunarklappen während der Diastole. Man hört diesen Ton daher auch nicht, sobald diese Klappen unzulänglich sind. Nach Skoda soll ferner auch der Anschlag des Blutes gegen die Kammerwandungen während der Diastole der Ventrikel vielleicht den zweiten mit hervorbringen, und selbst das Zurückweichen der am Pericardium etwas klebenden (?!) Herzspitze im Moment der Diastole zur Erzeugung des zweiten Tones beitragen können.

Da das Herz aus zwei symetrischen und harmonisch thätigen Hälften besteht, so wird jeder durch beide Hälften hervorgebrachte Ton doch nur als ein einziger wahrgenommen. Sobald dagegen in der Thätigkeit der beiden Herzhälften eine Disharmonie eintritt, muss jeder Herzton als ein doppelter wahrgenommen werden können. Wir finden daher bei Klappenfehlern der einen Herzhälfte neben den normalen Herztönen noch ein dieselben begleitendes fremdartiges Geräusch.

Grund und Ursache der Herzthätigkeit.

Der Grund der Herzthätigkeit beruht zunächst, wie die eines jeden Muskels, auf dem dem Herzen an und für sich zukommenden Zusammenziehungsvermögen. Das Wirkungsvermögen des Herzens bedarf aber zu seiner Erhaltung einer Wechselwirkung der Herzsubstanz mit dem Blute und zu seiner Aeusserung eines Einflusses von Seiten des Nervensystems. Haller und einige andere Physiologen glaubten, dass das Herz zu seiner Thätigkeit keines Nervenimpulses bedürfe, da es im ausgeschnittenen Zustande noch fortfahre, sich zusammenzuziehen. Wiewohl indessen dieses letzte Factum richtig ist, so kann doch die daraus gezogene Folgerung nicht als richtig anerkannt werden. Zunächst unterliegt es keinem Zweifel, dass die Thätigkeit des Herzens nicht nur durch gehemmten nervösen Einfluss beschränkt und durch vermehrten nervösen Einfluss verstärkt werden kann, sondern auch, wenn sie völlig ruht oder latent ist, durch Nervenimpuls wieder geweckt werden kann. Bei heftigen deprimirenden Affecten, bei einer beginnenden Ohnmacht verlangsamt sich die Herzbewegung und kann selbst ganz unbemerkbar werden. Durch Mittel, welche die Nerventhätigkeit überhaupt erregen, wie starke Haut- und Sinnesreize, sind wir dann im Stande, auch die verminderte oder selbst erloschene Herzthätigkeit wieder zu wecken. Umgekehrt sehen wir Gemüthsbewegungen, wie Scham und Angst, auf die Herzthätigkeit beschleunigend wirken. Denselben Erfolg beobachten wir auch bei Verhältnissen, wodurch der Einfluss der Herznerven unmittelbar gehindert oder verstärkt wird. So beobachtete

Heine*) ein theilweises Aussetzen der Herzschläge bei einem Menschen, an dessen *nerv. cardiac. magnus* sich ein haselnussgrosser Knoten vorfand, und Humbold rief durch Galvanisiren der *nervi cardiaci* bei Säugthieren Bewegungen des Herzens hervor. Da indessen die Nerven für das galvanische Fluidum gute Leiter sind, so ist dieser Versuch nicht ganz schlagend. Um so wichtiger sind daher die Versuche von Burdach, der durch Betupfen des *sympathic.* mit *Kali caustic.* oder Ammoniak bei Kaninchen den Herzschlag beschleunigte. — Nach alle diesem ist ein reizender Einfluss der Nerven auf das Wirkungsvermögen des Herzens nicht in Abrede zu stellen. Und wenn wir am ausgeschnittenen Herzen noch eine Zeit lang Bewegungen wahrnehmen, so müssen wir den Impuls dazu den noch übrigen Herznerven zuschreiben. Die Veranlassung zu diesem Impuls selbst, so wie das Rhythmische in der dadurch bedingten Bewegung werden wir jedoch erst bei den Nerven besprechen.

Bewegungen der Gefässe.

Gleichzeitig mit der Systole und Diastole des Herzens beobachten wir auch Bewegungen an den Gefässen, die, wie jene, sichtbar, fühlbar und hörbar sind.

Puls der Arterien. Legt man eine grössere Arterie bloss, so sieht man bei jeder Systole des Herzens an derselben eine Ausdehnung in die Breite und die Länge, die letztere ist jedoch weit bedeutender als die erstere. Ver-

*) J. Müller's Archiv 1841.

läuft die Arterie grade, so sieht man sie im Moment der Ausdehnung sich schlängeln, und war ihr Verlauf schon gewunden, so sieht man ihre Windungen sich verstärken. Durch gesteigerten Blutzufluss können auf diese Weise ursprünglich grade verlaufende Arterien zunächst wellenförmig und endlich spiralförmig gewunden werden. Ricquet *) hat dieses zur Diagnose des schwanger gewesenen Uterus benutzt. Die mit der Schwangerschaft sich immer ausbildenden Arterien des Uterus nehmen nach und nach einen wellenförmigen und zuletzt einen spiralförmigen Verlauf an, und zwar um so mehr, weil sie sich bei der Rückbildung des Uterus nicht in gleichem Maasse verkürzen können. Sind aber die spiralförmigen Windungen einmal eingetreten, so bleiben sie für immer. Nie finden sie sich im jungfräulichen Uterus. — Die Ausdehnung der Arterien bei jeder Systole des Herzens lässt sich auch messen. Man legt zu diesem Zweck um die betreffende Arterie einen Cylinder, in dessen Mitte eine Röhre, wie der Griff an einem Hammer angebracht ist. Dann verschliesst man den Cylinder oben und unten mit Wachs und füllt ihn durch die in der Mitte angebrachte Röhre mit Wasser. Der Rauminhalt des bei jedem Pulsschlag in der Röhre gestiegenen Wassers zeigt dann die Erweiterung des eingeschlossenen Arterienstücks an. Poiseulle fand auf diese Weise, dass die *carotis* eines Pferdes um $\frac{1}{23}$ ihres Volumens, und Valentin, dass die *carotis* eines Hundes um $\frac{1}{15}$ des Rauminhaltes ihres Lumen

*) *Gaz. med. Nr.* 12.

und um $\frac{1}{22}$ ihres Gesammtumfangs ausgedehnt wurde. Ein einfacheres Verfahren hat Flourens angegeben. Er legte um die betreffende Arterie einen stählernen Ring, der an einer Stelle gespalten war, und beobachtete dann die Erweiterung dieses Spaltes während der Ausdehnung der Arterie. Man nimmt hierzu am zweckmässigsten eine Uhrfeder. — Dass die Ausdehnung der Arterien in die Länge bedeutender erscheint als in die Breite, beruht nach Weber auf zwei Ursachen. Erstens, weil eine in gleichem Grade ausdehnbare Materie von ein und derselben Kraft um ein desto grösseres Stück ausgedehnt wird, je länger die Materie ist. Nun sind aber die Querfasern der Arterien sehr kurz, und um so kürzer, je enger die Arterie ist; dagegen bildet die elastische Materie der Arterien ihrer Länge nach eine sehr grosse Strecke. Die Erweiterung der Arterie in die Breite erscheint aber zweitens um so geringer, weil man bei der Beobachtung nur auf den Durchmesser der Arterie Rücksicht nimmt. Da sich nun die Länge des Durchmessers einer Röhre zur Länge der Peripherie derselben nahe verhält wie 1:3, so nimmt man, wenn sich die Peripherie z. B. nur um 1 Linie ausdehnt, an dem Durchmesser nur eine Verlängerung von $\frac{1}{3}$ Linie wahr.

Legt man an eine entblösste Arterie den Finger, so fühlt man während jeder Erweiterung ein leichtes Klopfen. Dieses ist besonders dann fühlbar, wenn die Arterie dabei an benachbarte harte Theile angedrückt werden kann, in welchem Falle dieses Klopfen oder der Puls der Arterien auch durch die äusseren Bedeckungen gefühlt werden kann.

Setzt man das Stethoskop auf eine Arterie, so hört

man in dem Augenblicke, wo die Arterie expandirt wird, eine Art von leisem Murmeln, ein dumpfes mattes Geräusch (*bruit de diable*), das sich schwer mit etwas Anderem vergleichen lässt. Comprimirt man die Arterie etwas, so wird es verstärkt, und gleicht dann ganz dem Blasen, wie es bei Verengerungen der Herzorificien gefunden wird. Bei ganz gesunden Menschen kann man ebenfalls, besonders bei verstärkter Herzthätigkeit und gleichzeitiger Anspannung der Halsmuskeln, in der *carotis* und *subclavia* ein Blasen hören. Eigenthümlich ist, dass nach Bouillaud und Skoda ganz constant bei Chlorotischen die Pulsation der *carotis* und *subclavia* von einem Geräusch begleitet ist, so dass Bouillaud keinen Anstand nimmt, das Teufelsschnarchen der Arterien auch Arteriengeräusch der Chlorotischen zu nennen. Die Ursache dieses Geräusches ist noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt. Bouillaud betrachtet es als die Wirkung der Reibung und des Stosses der Blutsäule gegen die Wandungen der Arterien. Als Bouillaud in die Arterien eine gewisse Quantität Wasser einspritzen liess, hörte er mit dem Stethoskop bei jeder Injectionsbewegung ein Blasengeräusch, das dem ganz ähnlich war, welches die Arterien im normalen Zustande erzeugen. Auch nach Piorry's Versuchen ist das Geräusch die Folge des Blutdurchgangs durch die Gefässe, und dieses Geräusch kann den Charakter des Blasens haben, ohne dass eine Verengerung des Gefässes an irgend einem Orte vorhanden zu seyn braucht. Findet aber die eben genannte Bedingung Statt, so wird dadurch das Blasen auf eine merkbare Weise verstärkt; ebenso gibt eine aneurysmatische Geschwulst,

durch die das Blut hindurchströmt, zu einem deutlichen Blasengeräusche Veranlassung. Ich muss jedoch nach einigen von mir angestellten Versuchen glauben, dass der blosse Durchgang von Flüssigkeiten durch elastische Röhren nicht im Stande ist, ein Geräusch hervorzubringen. Ich besitze eine grosse Injectionspumpe, die in Paris nach der Angabe des Herrn Dr. Strauss-Durkheim verfertigt wurde. Das Saugrohr ist auf dem Boden eines Beckens festgeschraubt, das mit der zu injicirenden Flüssigkeit gefüllt wird. Die Ausflussöffnung steht mit einem langen elastischen Rohr in Verbindung und kann durch einen Hahn geschlossen werden. In Folge doppelter Ventilation tritt beim Heben des Stiefels die Flüssigkeit aus dem Becken in das Saugrohr ein und beim Senken durch die Ausflussöffnung wieder aus. Füllt man nun das Becken mit Wasser und treibt es mit Pumpenstössen durch den elastischen Schlauch, so hört man wohl beim Austritt desselben ein lautes Zischen, allein im Schlauche selbst konnte ich nie ein Geräusch hören. Wir wissen aber, dass in allen grösseren Arterien das Blut abwechselnd unter zwei verschiedenen, sich in ihrer Wirkung entgegengesetzten Druckkräften steht: die eine treibt es vorwärts, die andere wieder rückwärts; der dadurch hervorgebrachte Conflict veranlasst nach meiner Ansicht das bei jeder Systole in den Arterien wahrnehmbare Geräusch. Daraus liesse sich erklären, warum das Geräusch in der *carotis* und *subclavia*, überhaupt in der Nähe des Herzens, am besten gehört wird, und warum es in den Venen fast nie vorkommt. Wäre eine blosse Reibung der Flüssigkeit an den Wänden der Gefässe die

Ursache des Geräusches, so müsste es in den Venen eben so gut gehört werden, wie in den Arterien.

Ursache des Arterienpulses. Die rhythmische sicht-, fühl- und hörbare Erweiterung der Arterien oder der Arterienpuls wird zunächst begründet durch das vom Herzen aus in Bewegung gesetzte Blut. Das Blut an und für sich, wie wir noch weiter unten sehen werden, ist nicht in Stande, diese Bewegung der Arterienwände hervorzubringen; ebenso wenig wird der Puls durch eine selbstständige Thätigkeit der Arterienwände oder die Wirkung benachbarter Theile auf sie hervorgebracht. Wäre dieses der Fall, so würde der Puls auch unabhängig von der Herzthätigkeit bestehen können. Der Puls nimmt aber stets mit der Herzthätigkeit ab und zu und hört auf, wenn die Herzthätigkeit erlischt, oder ihre Wirkung auf die Blutsäule unterbrochen wird. Der Antheil der Arterienwände an dem Puls beruht demnach zunächst nur auf ihrer Elasticität. Man kann daher auch an einer Leiche durch stossweise Einspritzungen ganz ähnliche Erscheinungen wie im Leben hervorrufen. Vermöge ihrer Elasticität dehnen sich die Arterien aus, wenn durch die Zusammenziehung des Herzens das Blut in sie hineingetrieben wird, und ziehen sich wieder zusammen, wenn der Druck des vom Herzen ausgepressten Blutes wieder nachlässt. Ueber die elastische Zusammenziehungsfähigkeit der Arterien hat namentlich Hunter *) Versuche angestellt. An einem zu

*) Joh. Hunter, Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schusswunden übersetzt von Hebenstreit. Leipzig, 1797. S. 250.

Tode gebluteten Pferde wurde ein Stück der aufsteigenden Aorta aufgeschlitzt und ausgebreitet. Es mass $5\frac{1}{2}$ Zoll in die Breite. Durch Ausdehnung wurde es bis auf $10\frac{1}{2}$ Zoll verlängert. Es zog sich nach der Ausdehnung wieder bis auf 6 Zoll zusammen. Ein Stück aufgeschlitzte Halsschlagader war $\frac{1}{2}$ Zoll breit. Nach einer Ausdehnung bis zu mehr als dem Doppelten zog es sich wieder bis auf $\frac{5}{6}$ Zoll zurück. Ein 2 Zoll breiter Abschnitt der Hüftschlagader zog sich nach der Ausdehnung wieder bis auf $2\frac{1}{3}$ Zoll zurück. In diesen so wie in vielen anderen Fällen zog sich demnach die Arterie nach einer vorausgegangenen Ausdehnung nicht wieder ganz auf ihr voriges Volumen zurück. Hunter setzt dieses auf Rechnung der durch die Zerrung verloren gegangenen lebendigen Contractilität, während sich die elastische Contractilität allein erhalten habe.

Aus der Elasticität der Arterien erklärt sich, warum der Puls nur an den Arterien in der Nähe des Herzens ganz gleichzeitig mit der Systole desselben ist, bei weiterer Entfernung aber um ein klein wenig, $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$ Secunde, später erscheint. Wäre das Blut von ganz festen Röhren eingeschlossen, deren Wände keiner Ausdehnung fähig wären, so würde sich der Stoss, womit das Blut vom Herzen in die Arterien getrieben wird, bis zu den Enden der Blutsäule mit derselben Schnelligkeit fortpflanzen, wie der Schall, also mit einem kaum merkbaren Zeitverlust. Da aber die Arterien einer kleinen Ausdehnung in die Breite und einer grösseren in die Länge fähig sind, so bewirkt die Zusammendrückung des Blutes vom Herzen aus zunächst nur die Ausdehnung der dem Herzen benachbarten Arterien,

worauf sich diese wieder zusammenziehen und nun durch das comprimirte Blut ihre nächsten Fortsetzungen eine gleiche Wirkung erfahren lassen, die sich dann ebenfalls wieder zusammenziehen. So geht es fort, und es entsteht ein wenn schon geringer Zeitverlust, ehe die Welle, welche durch die successiv fortschreitende Erweiterung und Verengerung der Arterien entsteht, bis an die äussersten Enden der Arterien gelangt. Ganz ähnlich schreitet auch die Welle auf einer gespannten Saite von der Stelle des Stosses nach den Enden fort, nur mit dem Unterschiede, dass die Saite sich von dem Stosse nur in einer Richtung, die Arterie aber in ihrem ganzen Umfange ausdehnt. Die Fortpflanzung dieser Ausdehnungswelle über das ganze Arteriensystem ist natürlich sehr viel schneller, als die Strömung des Blutes selbst, gleichwie die Fortpflanzung einer Welle auf einem Fluss viel schneller ist als seine Strömung.

Häufigkeit des Pulses. Die Anzahl der Herzschläge innerhalb einer gegebenen Zeit ist nicht immer dieselbe und demgemäss muss auch die Häufigkeit des Pulses variiren. Es ergeben sich aber in dieser Beziehung constante Verschiedenheiten.

Die Häufigkeit des Pulses differirt:

1) Nach den Tageszeiten. In der Regel nimmt der Puls allmählig vom Morgen gegen Abend zu, vermindert sich während der Nacht, und kommt in der Morgenzeit wieder zu der Häufigkeit zurück, die er Tags vorher gehabt hatte. Nach Brian Robinson gehen diese Veränderungen, welche mit denen, die täglich das Thermometer und Barometer erleiden, zusammenfallen, jede zu

zwei Malen vor sich, und werden durch einen ziemlich langen Zwischenraum, in dem der Puls keine Veränderungen erleidet, getrennt.

2) Nach den Jahreszeiten und dem Klima. Der Puls soll im Winter und in kalten Klimaten häufiger seyn, als im Sommer und in der heissen Zone.

3) Nach der Zeit der aufgenommenen Nahrung. Der Puls ist meist nach dem Essen immer häufiger, als vor demselben. Haller fand bei Versuchen, die er an sich selbst anstellte, nach dem Mittagsessen eine Beschleunigung von 10—12 Schlägen.

4) Nach der Stellung und Lage des Körpers. Der Puls ist häufiger beim Stehen als beim Sitzen und häufiger beim Sitzen als beim Liegen. Ueber die Differenz des Pulses beim Stehen und Sitzen hat Guy Beobachtungen angestellt. Sie beträgt 6 Schläge bei 60, 13 bei 80, 19 bei 100 und 27 bei 120 Pulsschlägen. Bei Phthisis soll sich diese Differenz sehr mindern, so dass oft keine oder nur eine sehr unbedeutende Statt findet.

5) Nach der Körpergrösse. Kleine Personen haben einen häufigeren Puls als grosse. Ueber den Einfluss der Körpergrösse auf den Puls hat besonders Rameaux in Verbindung mit Larrus Untersuchungen angestellt*). Ist die Grösse eines Menschen gleich n und die eines anderen gleich n′ und die Anzahl der Pulsschläge des ersten gleich d und die des letzten gleich d′, so ist $n = 12' \sqrt{\frac{d'}{d}}$. Unter

*) *Bulletins de l'acad. roy. de Bruxelles* 1839. *2me Part. p.* 121.

Anwendung der von Quetelet gegebenen Grössentafeln in den verschiedenen Geschlechtern und Jahren haben sie nach dieser Formel die Pulsschläge berechnet und mit der Beobachtung ziemlich übereinstimmende Resultate erhalten, wie nachstehende Tabelle beweist:

Alter in Jahren	Mann. Mittlere Körperlänge in Metern	Mann. Berechnete Zahl der Pulsschläge	Frau. Mittlere Körperlänge in Metern	Frau. Berechnete Zahl der Pulsschläge
Neugeborener	0,500	128,45	0,490	129,78
5 Jahre	0,988	91,28	0,974	92,00
10 -	1,275	80,43	1,248	81,32
15 -	1,546	73,06	1,499	74,20
20 -	1,674	70,20	1,572	72,45
30 -	1,684	70,00	1,579	72,30
40 -	1,684	70,00	1,579	72,30
50 -	1,674	70,20	1,536	73,30
60 -	1,639	71,00	1,516	73,78
70 -	1,623	71,30	1,514	73,80
80 -	1,613	71,52	1,506	73,87
90 -	1,613	71,52	1,506	73,87

6) Nach dem Temperament. Der Puls ist häufiger bei Sanguinischen und Cholerischen, als bei Phlegmatischen und Melancholischen.

7) Nach dem Geschlecht. Der Puls ist häufiger beim weiblichen Geschlecht, als beim männlichen.

8) Nach dem Alter. Die Häufigkeit des Pulses nimmt mit den Jahren ab.

Ueber die Häufigkeit des Pulses nach dem Alter bei beiden Geschlechtern hat Guy*) folgende Tabelle aufgestellt:

*) *Lond. med. Gaz.* 1840. *p.* 17.

Alter	Männer. Maximum	Minimum	Mittel	Differenz
1 Woche	160	104	128	56
2—7 Jahre	128	72	97	56
8—14 -	108	70	84	38
15—21 -	108	60	76	48
22—28 -	100	53	73	47
29—35 -	92	56	70	36
36—42 -	90	48	68	42
43—49 -	96	50	70	46
50—56 -	92	46	67	46
57—63 -	84	56	68	28
64—70 -	96	54	70	42
71—77 -	94	54	67	40
78—84 -	97	50	71	47

Alter	Weiber. Maximum	Minimum	Mittel	Differenz
1 Woche	160	104	128	56
2—7 Jahre	128	70	98	58
8—14 -	120	70	94	50
15—21 -	124	56	82	68
22—28 -	114	54	80	60
29—35 -	94	62	78	32
36—42 -	100	56	78	44
43—49 -	106	64	77	42
50—56 -	96	64	76	32
57—63 -	108	60	77	48
64—70 -	100	52	78	48
71—77 -	104	54	81	50
78—84 -	105	64	82	41

Zur Vergleichung mag hier noch eine tabellarische Uebersicht der Resultate stehen, welche Quetelet erhielt, abgesehen von Geschlecht, Individualität u. s. w.

Alter in Jahren	Zahl der Pulsschläge in der Minute		
	Maximum	Minimum	Medium
0	165	104	136,0
5	100	73	88,0
10—15	98	60	78,0
15—20	90	57	69,5
20—25	98	61	69,7
25—30	90	59	71,0
30—50	112	56	70,0

Beim Fötus nimmt man häufig 150—130 Pulsschläge in der Minute an. Nägele fand jedoch in 600 Fällen als Mittelzahl nur 136. Gleich nach der Geburt nimmt der Puls meist um 10—20 Schläge ab. Wagner und v. Siebold fanden bei Neugebornen von 3—14 Tagen in der Regel 116—110, oft aber auch nur 100 Pulsschläge in der Minute. Billard will unter 40 gesunden Kindern von 1—10 Tagen 18 gefunden haben, deren Puls selbst weniger als 80 Schläge in der Minute betragen habe. Man sieht aus alle diesem, dass es sehr schwer hält, über die Häufigkeit des Pulses genaue Zahlen aufzustellen.

Pulsatorische Bewegung der Venen. Da das Blut, wie noch weiter unten bei der Blutbewegung besprochen werden wird, in den Venen und Capillargefässen nicht stossweise, sondern anhaltend fortrückt, so findet man an den Venen in der Regel keine dem Puls der Arterien ähnlichen Bewegungen. Eine Ausnahme hiervon machen jedoch die grösseren, dem Herzen zunächst gelegenen Venenstämme, d. h. die Lungen und Hohlvenen. Wir haben schon oben gehört, dass dieselben dem Herzen zunächst mit Mus-

kelfasern versehen sind. Vermöge dieser Muskelfasern sind sie in den Stand gesetzt, sich gleichzeitig mit dem Herzen zusammenzuziehen und dessen Wirkung zu unterstützen. Da an der Mündung dieser Venen in's Herz keine Klappen angebracht sind, so würde ohne ihre muskulöse Beschaffenheit das Blut bei der Contraction der Vorhöfe um so ungehinderter zurückströmen können. Indem aber die Lungen- und Hohlvenen sich gleichzeitig mit dem Herzen zusammenziehen, so ist dem Blute nur ein geringes Zurückweichen gestattet, was wieder den Vortheil hat, dass bei Hindernissen in der Cirkulation das Herz von sich anhäufendem Blute weniger belästigt wird. Die Bewegungen der Hohl- und Lungenvenen kannte schon Charleton*) im vorvorigen Jahrhundert. Nach J. Müller kann man sie sehr leicht bei Fröschen beobachten. Sie erstreckt sich hier an der unteren Hohlvene bis in die Leber, und geht der Zusammenziehung der Vorhöfe voraus, ja dauert selbst noch fort, wenn das Herz weggeschnitten ist. Bei Säugthieren, wie Marder, Katze u. s. w., ist die Zusammenziehung der Hohlvenen stets gleichzeitig mit der der Vorhöfe. Sehr ausgedehnte Untersuchungen über die Zusammenziehung der Hohlvenen hat Allison**) angestellt.

Krankhafter Weise kommt zuweilen auch an anderen Venen eine mit dem Herzen gleichzeitige Pulsation vor. Wenn in Folge eines Herzfehlers, z. B. bei Verengerung der arteriösen oder venösen Mündung des rechten Ventrikels oder der rechten Kammer, so wie bei Hindernissen

*) *Oeconom. animal. Hay. Com.* 1681. 12.

**) Froriep's N. Notizen No. 226. 1839.

des Lungenkreislaufes zu viel Blut in die Venen zurückgepresst wird, so kann dadurch in den Jugular- und Schlüsselbeinvenen eine abwechselnde Erweiterung hervorgebracht werden. Seltner sind die Fälle, wo entferntere und kleinere Venen vorübergehend pulsiren, doch kommt dieses unzweifelhaft bisweilen vor. Steinbuch und Davis haben Krankheitsfälle beobachtet, wo alle Venen, so weit sie an der Oberfläche lagen und warnehmbar waren, sichtbar und fühlbar pulsirten. Compression in den Arterien hob in den entsprechenden Venen die Pulsation auf. Steinbuch nimmt daher an, dass in solchen Fällen eine ungewöhnliche Erweiterung der Capillargefässe vorhanden sey, wodurch die Fortpflanzung des Stosses von den Arterien auf die Venen möglich gemacht werde. In dem Fall von Steinbuch dauerte die Pulsation nur drei Tage während eines Fieberzustandes.

Eine andere Bewegung der Venen steht im Zusammenhang mit dem Athmen. Die Erweiterung und Verengerung des Thorax, in dessen Folge sich die Lungen wie Blasebälge füllen und leeren, übt auch auf die Strömung des Blutes einen Einfluss aus. In dem Augenblick, wo durch Erweiterung der Brust die Luft in die Lungen strömt, muss sich auch der Zufluss des venösen Blutes verstärken und umgekehrt der Abfluss des arteriellen Blutes vermindern; in dem Zeitmoment aber, wo die Brusthöhle sich verengert und die eingeathmete Luft wieder ausgetrieben wird, muss sich umgekehrt der arterielle Blutlauf verstärkt und der venöse gehemmt finden. Es tritt daher mit dem Ausathmen eine sichtbare Anschwellung der Venen ein, die man

an den Jugularvenen selbst durch die äusseren Bedeckungen hindurch fühlen kann*). In den Arterien kann dagegen durch den gehinderten Blutabfluss beim Einathmen der Puls so geschwächt werden, dass er unfühlbar wird. Nach Valentin betrug die durch das Athmen bewirkte Veränderung des ursprünglichen Rauminhaltes der *ven. jugularis externa* eines Hundes ungefähr $\frac{1}{13}$—$\frac{1}{8}$ oder im Mittel $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{11}$ und beinahe $\frac{1}{12}$ des gesammten Umfanges der Vene. Die Erweiterung der Carotis bei demselben Hund durch jeden Pulsschlag betrug $\frac{1}{15}$ vom Rauminhalt ihres Lumens und $\frac{1}{22}$ ihres Gesammtumfangs. Vgl. S. 201. Macht nun in der äusseren Jugularvene die durch das Athmen bewirkte Lumenveränderung $\frac{1}{10}$ aus, so ist sie um $\frac{1}{30}$ stärker, als diejenige, welche die benachbarte Carotis durch den Pulsschlag erleidet. Haben wir für den Gesammtumfang der äusseren Drosselvene $\frac{1}{12}$ und für den der Carotis $\frac{1}{22}$, so beträgt die Differenz zu Gunsten der ersteren $\frac{5}{132}$ oder ungefähr $\frac{1}{26}$.

Nicht pulsatorische, lebendige Zusammenziehung der Gefässe. Die Blutgefässe besitzen ausser ihrer Elasticität unzweifelhaft auch ein organisches Zusammenziehungsvermögen. — Haller, Bichat, Nysten, Magendie leugneten eine lebendige Contractilität der Gefässe; Sömmering, Hunter, Meckel, Tiedemann und wohl alle jetzt lebenden Anatomen und Physiologen nehmen sie an. Wie durch die elastische Contractilität, so

*) Die Anschwellung der grösseren Venen beim Ausathmen und ihr Zusammenfallen beim Einathmen kannte schon Haller. *De corp. hum. fabrica p.* 299.

kann auch durch die organische eine Zusammenziehung der Gefässe in ihrer Breite und wahrscheinlich auch eine in ihrer Länge erfolgen. Die lebendige Zusammenziehung der Gefässe zeigt sich aber weder auf dieselben Reize, noch in der raschen, blitzähnlichen Art, wie bei den Muskeln. Dass die Gefässe ein lebendiges, wiewohl unmerkliches Zusammenziehungsvermögen besitzen, muss man schon daraus schliessen, dass psychische Eindrücke, z. B. Scham, die Wangen röthen. Ausser allen Zweifel wird dieses aber gesetzt durch Versuche und unmittelbare Beobachtung. So fand schon Parry*), dass die Carotis eines Schafes, deren Umfang $\frac{320}{400}$ Zoll betrug, sich bei der Verblutung bis auf $\frac{160}{400}$ Zoll verengerte, nach eingetretenem Tode sich aber wieder bis auf $\frac{234}{400}$ Zoll erweiterte. Wenn demnach auch ein Theil dieser Zusammenziehung auf Rechnung der Elasticität geschrieben werden kann, so muss doch der grösste Theil auf Rechnung einer lebendigen Zusammenziehung kommen. So sieht man auch nach Amputationen die durchschnittenen Blutgefässe sich bis auf eins oder zwei grössere oft völlig schliessen, dergestalt, dass die Blutung daraus steht. Später lässt aber die Zusammenziehung häufig wieder nach und man wird genöthigt nachträglich noch einige Unterbindungen vorzunehmen. Auch durchschnittene Venen zogen sich in Versuchen von Marx**) rasch zusammen und

*) Hil. Parry, Experimentaluntersuchung über die Natur, Ursache und Verschiedenheit des arteriösen Pulses, übersetzt von Embden. Hannover 1817. S. 40.

**) H. Marx, *Diatribe anatomico-physiologica de structura atque vita venarum, a medicorum ordine heidelbergensi praemio proposito ornata. Carlsruhe* 1819. p. 79.

zurück, wie dieses nach dem Tode nicht mehr vorkommt. Eigenthümlich ist, dass abgerissene Arterien sich leichter schliessen, als durchschnittene, was vielleicht neben günstigeren örtlichen Verhältnissen in der stärkeren mechanischen Reizung liegt. Schusswunden bluten daher wenig. So wurden einem Artilleristen beim Laden einer Kanone beide Schenkelarterien ohne Blutfluss zerrissen *). Bekannt ist auch, dass bei einer theilweisen Trennung der Arterien sich die Blutung schwieriger stillen lässt als bei einer vollkommenen, daher schon ältere Wundärzte für solche Blutungen die völlige Durchschneidung der Arterien als Heilmittel in Anwendung brachten. Was eigentlich bei einer Trennung der Arterien ihre lebendige Contraction und Retraction veranlasst, ist schwer zu entscheiden; denn ausser dem mechanischen Reiz ist hier die Veränderung der Blutmenge, der Blutströmung und vielleicht auch der Blutmischung, sowie die Veränderung der Temperatur und der Zutritt der Luft in Anschlag zu bringen. Dass der Reiz der Luft schon an und für sich Arterien zur Contraction veranlasst, ist oft beobachtet worden. Hunter**) sah die *art. tibial. postica* eines Hundes, nachdem sie blosgelegt worden war, sich so verengern, dass auf ihre Durchschneidung das Blut nur aussickerte. Aehnliche Beobachtungen haben auch Parry***) und Tiedemann gemacht. Marx sah die rechte Jugularvene ei-

*) Froriep's Notizen. Bd. 41. No. 895.

**) John Hunter's Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schusswunden. Aus dem Englischen übersetzt von Hebenstreit. Leipzig 1797. S. 234.

***) Parry a. a. O. Exper. 24, 26. 13.

nes Hundes, deren Querdurchmesser $2\frac{1}{3}$ Linie betrug, unter dem Einfluss der äusseren Luft sich bis auf $1\frac{2}{3}$ und nach Anwendung eines mit kaltem Wasser befeuchteten Schwammes sich bis auf $1\frac{1}{2}$ Linie verengern. Mechanische Reize, wie Kneipen, Stechen und dergl. bewirken in der Regel, wie man sich leicht überzeugen kann, keine Contraction der Gefässe. Doch sah Hastings*) die entblösste Schenkelarterie einer Katze sich an einer Stelle in der Breite eines Fadens zusammenziehen, nachdem sie 10 Minuten lang mit einem Scalpell leicht geschabt worden war. Die Zusammenziehung dauerte eine Viertelstunde und wiederholte sich mehrmals, als der Reiz erneuert wurde. Dieselbe mechanische Reizung bewirkte an der Schenkelarterie eines Hundes eine ungleiche Zusammenziehung, so dass man mit dem Finger Knoten fühlen konnte. Ebenso gelang es Thomson**) in drei Fällen durch sehr sanfte fortgesetzte Reizung mit einer Nadelspitze Contractionen in den kleineren Arterien der Schwimmhaut beim Frosch hervorzurufen. Auch an einer kleinen Vene am Ohr eines Kaninchens sah Hastings***) auf mechanische Reizung mit dem Scalpell gelinde Zusammenziehung. Sehr häufig hat man Contraction der Gefässe auf die Anwendung chemischer Reize, wie von Alkohol, Aether, Ammonium, Säuren, Salzen u. s. w. erfolgen sehen, und die Alten stillten bekanntlich die Blu-

*) Deutsches Archiv für die Physiologie von Meckel. Bd. VI. S. 224. Zweiter und vierter Versuch.

**) Joh. Thomson, Ueber Entzündung. Aus dem Englischen von Krukenberg. Halle 1820. Bd. 1. S. 130.

***) A. a. O. Fünfzehnter Versuch.

tung nach der Amputation mit dem Glüheisen. Hierbei lässt sich jedoch einwenden, dass die chemische Einwirkung des Mittels an der Zusammenziehung selbst Antheil haben könne, Hastings bemerkt aber ausdrücklich, dass salpetrige Säure nach dem Tode auf Venen gebracht, diese wohl weiss färbe, aber niemals eine Contraction hervorbringe, die der ähnlich sey, welche sie im Leben hervorrufe. In den Versuchen von Marx*) bewirkten Weingeist, Aether, Salzsäure, Essigsäure keine Contraction der Venen, sogleich aber Schwefelsäure. Diese bewirkte in den Gekrösvenen nicht nur eine Verengerung, sondern auch eine Verkürzung. Auch sah Thomson nach Application von Ammonium auf die Schwimmhaut zwischen zwei Zehen beim Frosch Zusammenziehung der kleinen Arterien in der Schwimmhaut zwischen den benachbarten Zehen, während sie an der gereizten Stelle ausblieb. Sonst sah Thomson auf Application von Ammonium in mehr als hundert Versuchen an der gereizten Stelle Zusammenziehung eintreten. Meist wurde dieselbe vorher durch eine beschleunigte Blutbewegung in den zunächst gelegenen Capillargefässen angekündigt. Galvanische Reize scheinen auf grössere Arterien in der Regel nicht zu wirken. Nysten, der mit galvanischen Reizen an der Aorta eben enthaupteter Verbrecher wiederholt Versuche anstellte, bemerkte niemals eine Spur von Contraction. Auch J. Müller konnte bei Thieren durch Galvanismus niemals Contractionen hervorrufen. Ebenso bemerkte Wedemeyer**) an den

*) A. a. O. S. 71 - 77.

**) G. Wedemeyer, Untersuchungen über den Kreislauf des

Caroditen und an der *Aorta thoracica* durch eine galvanische Säule von 50 Plattenpaaren nie eine Spur von Contraction. Dagegen beobachtete er an kleineren Arterien auf galvanischen Reiz eine sichtbare Verengerung. Dieselben verengerten sich zuweilen sogar bis auf $\frac{1}{4}$ ihres Durchmessers. Marx sah die rechte Jugularvene eines Hundes, die während ihrer Expansion $4\frac{1}{2}'''$ maass und nachher $3\frac{2}{3}'''$, sich durch Galvanismus auf $3\frac{1}{2}'''$ und dann auf $2\frac{2}{3}'''$ zusammenziehen. Ein besonders geeignetes Mittel, um in Gefässen Contraction hervorzurufen, scheint die Kälte zu seyn, weshalb dieselbe denn auch schon längst von den Wundärzten bei Blutungen und Congestionen als Heilmittel angewendet worden ist. Hastings sah auf die Anwendung von Eis die Gefässe in der Schwimmhaut der Frösche sich deutlich zusammenziehen; später aber trat Erweiterung derselben ein. Neuerdings hat Schwann unter dem Mikroskop an dem Mesenterium der Feuerkröte nach der Anwendung von kaltem Wasser allmählige, aber deutliche Zusammenziehung der Arterien gesehen. Binnen 10 bis 15 Minuten verengerte sich der Durchmesser der Arterien um das 2—3fache, worauf wieder Erweiterung eintrat, so dass die Arterien nach einer halben Stunde ihr früheres Volumen wieder erreicht hatten. Auch J. Müller hat sich von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugt.

Endlich dürfte aber auch den Capillargefässen ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen nicht ganz abzuspre-

Blutes und insbesondere über die Bewegung desselben in den Arterien und Capillargefässen u. s. w. Hannover 1828. S. 239. u. folg.

chen seyn. Fast alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass im Anfang einer Entzündung die Capillargefässe sich unter beschleunigtem Blutumlauf verengern, und dass auf diese Verengerung früher oder später eine Erweiterung folgt, wobei das Blut langsamer zu fliessen beginnt und endlich stockt. Selbst Henle, der auf die Verengerung der Capillargefässe bei einer Entzündung kein grosses Gewicht legt, stellt das Contractionsvermögen der Capillargefässe doch keineswegs in Abrede. Emmert sah bei geschwächten und abgemagerten Fröschen die Capillargefässe öfter in einem zusammengefallenen Zustand mit unebenen seitlichen Contouren. Wurden nun Reize angewandt, so spannten sich die Gefässe erst aus, d. h. ihre Contouren wurden grade und traten an den früher eingebogenen Stellen nach aussen, dann erst begann eine allmählige Verengerung. Henle bemerkt hierzu, dass Gefässe, die bei Blutleere collabirt und faltig waren, dann ohne Erweiterung, ja mit Verengerung ihres Lumens glatt wurden, konnte nicht von Elasticität herrühren, sondern nur von organischer Verdichtung und Zusammenziehung ihrer Wände. Ausserdem aber ist diese Beobachtung Emmert's wichtig für den Verlauf der contractilen Fasern, welche bei der lebendigen Bewegung der Gefässe thätig sind. Zuerst sah er die ungleichen eingebogenen Ränder der Gefässe grade werden. Diese Veränderung dürfte aber schwerlich durch andere, als durch Längefasern möglich seyn. Dann sah Emmert das Gefäss sich verengern, was nur durch Kreisfasern bewirkt werden konnte. Wir hätten somit hier einen ganz ähnlichen Vorgang, wie

bei den Darmbewegungen. Im Darmkanal wird ebenfalls durch die Längsfasern eine Verkürzung und Streckung seiner Biegungen bewirkt, wie durch die Ringfasern eine Verengerung seines Lumens.

Tonus der Gefässe. Nach den mitgetheilten Beobachtungen kann fernerhin dem gesammten Gefässsystem ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen wohl nicht mehr abgesprochen werden. Wie aber in den Muskeln die Zusammenziehung während des Lebens nie völlig erlischt, sondern in einem geringen Grade beständig fortdauert, so findet unstreitig auch in den Gefässen während des Lebens eine ununterbrochene geringe Zusammenziehung Statt. Diesen Zustand einer gewissen ununterbrochenen Contraction kann man, wie bei den Muskeln, auch bei den Gefässen mit dem Namen Tonus bezeichnen. Vermöge dieses Tonus ist das Lumen der Gefässe stets etwas geringer, als es ihrer blossen Elasticität nach seyn müsste, so dass die Gefässe durch den Druck des vom Herzen ausgepressten Blutes etwas weniger ausgedehnt werden, als ihre Elasticität erlaubt, und beim Nachlass dieses Drucks sich etwas mehr zusammenziehen, als ihre Elasticität vermag. Bemerkenswerth ist, dass der Tonus der Gefässe, ebenso wie der der Muskeln, unter einem beständigen Einfluss des Rückenmarks zu stehen scheint. Vergl. Buch I. S. 12. Hierfür spricht wenigstens die Beobachtung von Buniva, dass bei lebenden Thieren, deren Gefässe sich bekanntlich nur sehr schwierig injiciren lassen, dieses sehr leicht gelingt, wenn man vorher das Rückenmark zerstört*). — Mit dem

*) Diese Beobachtung von Buniva deutet offenbar darauf hin, dass

Erlöschen des Lebens scheint sich die Zusammenziehung der arteriellen Gefässe vorübergehend zu steigern und ein Zustand einzutreten, der an den *rigor mortis* der Muskeln erinnert. Wenigstens finden wir die Arterien nach dem Tode blutleer, was sich nicht wohl anders erklären lässt, als durch eine mit dem Tode eingetretene vermehrte Zusammenziehung derselben.

Grund und Ursache der lebendigen Gefässthätigkeit. Es fragt sich nun, welche Theile der Gefässe begründen das lebendige Bewegungsvermögen derselben und steht dieses zu dem Nervensystem in einem ähnlichen Verhältniss, wie das Wirkungsvermögen der Muskeln? Ueber die erste dieser beiden Fragen gibt uns die Anatomie und Chemie Aufschluss. Eine Verengerung der Gefässe,

die Gefässe nicht nur lebendige Contractilität besitzen, sondern dass diese Contractilität auch unter dem Einfluss des Rückenmarks steht. Da man nun auch die Entleerung der Arterien nach dem Tode ihrer noch fortdauernden Contractilität zuschreibt, so muss, wenn Obiges richtig ist, eine Zerstörung des Rückenmarks die Entleerung der Arterien nach dem Tode verhindern. Ich unterband daher einem Kaninchen beide Carotiden, schlug ihm den Kopf ab und zerstörte mit einem Draht das Rückenmark. Bei der 24 Stunden nachher angestellten Section zeigte sich das Herz und der Aortenbogen blutleer, nur in der Spitze beider Herzkammern war ein klein wenig dunkles Blutgerinnsel, die ganze *aorta thoracica* und *abdominalis* war dagegen mit geronnenem Blute angefüllt. Auch Schröder van der Kolk fand nach Zerstörung des Rückenmarks immer in den grossen Gefässen geronnenes Blut, was er dem aufgehobenen Einfluss des Nervensystems auf das Blut selbst zuschreibt. Wir werden jedoch später hören, dass Blut dem Nerveneinfluss entzogen keineswegs gerinnen muss.

womit zugleich mehr oder weniger eine Ausdehnung in die Länge verbunden seyn wird, kann nur, wie schon im Vorhergehenden gesagt wurde, durch Kreisfasern zu Stande kommen. Mit Recht wird daher in den Ringfasern der mittleren Gefässhaut der Sitz für die lebendige Contractilität derselben gesucht. Wir haben jedoch oben einige Erscheinungen kennen gelernt, die darauf hindeuten, dass sich die Gefässe auch ihrer Länge nach zusammenziehen können, und dass dadurch eine Streckung ihrer Krümmungen und Ausgleichung ihrer unebenen Ränder möglich wird. Dieses muss durch die Längsfaserschicht der mittleren Gefässhaut bewirkt werden. Da nun die Arterien viele Ringfasern und wenig Längefasern und die Venen viele Längefasern und wenig Ringfasern besitzen, so würde, wenn Vorstehendes richtig ist, bei den Arterien die Zusammenziehung im Querdurchmesser und bei den Venen die Zusammenziehung im Längedurchmesser überwiegen, was die Beobachtung in der That zu bestätigen scheint. Dass aber überhaupt unter den Gefässhäuten der mittleren lebendige Contractilität zugesprochen werden müsse, folgt aus ihrer anatomischen und chemischen Beschaffenheit. Nur die Fasern dieser Haut zeigen ein den Muskelfasern ähnliches Verhalten. In ihrer Form gleichen sie auffallend den sogenannten glatten Muskelfasern, die wir in den muskulösen Häuten kennen gelernt haben, und wenn sie bei längerem Kochen auch etwas Leim geben, so fragt sich, ob dieses nicht von beigemengtem Bindegewebe herrührt, da Scheerer in der möglichst von anhängenden Theilen befreiten mittleren Arterienhaut nur die Elemente des Proteins + 2 At. Was-

ser vorfand. Jedenfalls findet sich in den Gefässen ein Gewebe, das den Uebergang von dem rein elastischen zu dem muskulösen bildet, das sich, wie die Muskelfasern, in Folge von Reizen zusammenzieht, aber weder mit der Leichtigkeit, noch mit der Lebendigkeit, wie diese. Ein solches Gewebe findet sich auch noch an anderen Orten, z. B. in der Haut, der *tunica dartos*, der Iris. J. Müller hat dieses Gewebe mit dem Namen contractiles leimgebendes Bindegewebe bezeichnet. Ich schlage dazu den Namen muskelichtes Gewebe vor, wodurch ausgedrückt seyn würde, dass es sich dem Muskelgewebe ähnlich, aber nicht gleich verhält.

Das Bewegungsvermögen der muskelichten Fasern steht zum Nervensystem wahrscheinlich in einem ähnlichen Verhältniss, wie das der wahren Muskelfasern, d. h. es bedarf zu seiner Aeusserung eines nervösen Impulses. Leider fehlt es uns jedoch noch an Thatsachen, die dieses genügend nachweisen, obwohl Vieles dafür spricht. Schon früher wurde erwähnt, dass Scham die Wangen röthet. Umgekehrt macht Schrecken und der Frost in Fiebern die Haut blass. Nach Wegnahme des ersten Halsknotens beim Pferd fand Dupuy*) unter Anderem Röthung und Trübung der Conjunctiva mit Verengerung der Pupille. Ebenso bewirken Reize, welche die Nasenschleimhaut treffen, oft augenblicklich eine Röthung der Conjunctiva, bevor noch die damit meist verbundene Thränenabsonderung eintritt. Bei einem Manne von 49 Jahren, dem in Folge der Apoplexie

*) Meckel's deutsches Archiv für die Physiolog. Bd. IV. S. 105.

die rechte Seite gelähmt wurde, fand ich 2 Jahre nach eingetretener Lähmung den gelähmten Arm kalt, wie bei einer Leiche. Koch *) sah bei ganz kleinen Fröschen, denen er den Schenkel bis auf den *nerv. ischiadicus* amputirte, in mehr als 40 Versuchen die Blutbewegung nie unter einer Viertelstunde gänzlich aufhören, bei vollständiger Amputation dauerte die Blutbewegung aber höchstens drei Minuten. J. Müller **) hat diese Versuche wiederholt, allein er fand es für die Blutbewegung gleichgültig, ob der Nerv durchschnitten wurde oder nicht. Er macht dabei die gewiss sehr richtige Bemerkung, dass bei unverletztem Nerven das Bein noch willkürlich bewegt werden könne, und somit durch den Druck der Muskeln ein Einfluss auf die Blutbewegung ausgeübt werden könne. Stilling***) beobachtete bei Fröschen, denen der hintere Theil des Rückenmarks zerstört worden war, Stockung des Blutes in den Capillargefässen, was er von einer Lähmung der Contractilität derselben ableitet. Valentin ****) glaubt, bei einer Reizung des dritten, vierten, fünften, sechsten Brustganglion des Sympathicus einige Mal eine allmählige Zusammenziehung der *aorta thoracica* beobachtet zu haben.

Ist es demnach nicht unwahrscheinlich, dass auch das Contractionsvermögen der Gefässe, gleich dem der Muskeln, von dem Einfluss des Nervensystems abhängig ist, so

*) Meckel's Archiv 1827. S. 443.

**) Physiologie Bd. I. S. 179. Vierte Aufl.

***) J. Müller's Archiv 1841.

****) *De functionibus nervor. cerebral. et nervi sympath. libri quatuor. Bernae* 1839. *p.* 62.

bleibt doch räthselhaft, warum es so schwer hält, durch Reizung des Nervensystems diesen Einfluss und seine Folgen hervorzurufen. So leicht es ist, durch Reizung von Muskelnerven in den ihnen entsprechenden Muskelfasern Zusammenziehungen hervorzurufen, selbst wenn diese dem Einflüss des Willens entzogen sind, wie z. B. im Darmkanal, dessen Bewegungen sogleich sehr lebhaft werden, wenn man das *gangl. coeliacum* mit *Kali causticum* betupft, so schwer hält es dagegen, auf gleiche Weise in muskelichten Fasern Zusammenziehungen zu bewirken. Ob der Grund hiervon in einer geringeren Empfänglichkeit dieser selbst oder der ihnen angehörigen Nerven liegt, ist uns durchaus unbekannt und wird wohl auch ewig unbekannt bleiben.

Die Gefässe als Blutbahn.

Alle Gefässe unseres Körpers bilden, so mannichfaltig ihr Verlauf auch im Einzelnen seyn mag, doch in ihrer Gesammtheit einen grossen Kreis, der wieder in einen kleineren und einen grösseren, die jedoch mit einander zusammenhängen, eingetheilt werden kann. Der kleinere bezeichnet die Bahn des Blutes vom rechten Herzen zum linken durch die Lungen, der grössere die Bahn des Blutes vom linken Herzen wieder zum rechten durch den Körper. Der kleine Kreislauf heisst daher auch der Lungenkreislauf und der grosse der Körperkreislauf. Jedes Bluttheilchen, das von der linken Herzkammer durch die Aorta in den Körper getrieben wird, muss daher, wenn es wieder zur linken Herzkammer zurückkehren soll, zweimal ein Capil-

largefässsystem passiren, einmal, indem es auf seinem Wege von der linken Herzkammer zur rechten aus den Körperarterien in die Körpervenen übergeht, und das andere Mal, indem es auf seinem Wege von der rechten Herzkammer zur linken aus der Lungenarterie in die Lungenvenen übergeht. Eine schematische Darstellung von diesem Kreislauf gibt Fig. XXVIII. Manche Bluttheilchen durchlaufen aber sogar bei ihrer Circulation ein dreifaches Capillargefässsystem. Alles Blut nämlich, welches aus den Arterien in die Venen der Verdauungswerkzeuge gelangt, muss noch den sogenannten Pfortaderkreislauf durchsetzen. Die Venen des Magens, der Milz, der Bauchspeicheldrüse, des Darms u. s. w., anstatt ihr Blut, wie die übrigen Venen, gradwegs dem Herzen zuzuführen, sammeln es in einem gemeinschaftlichen Gefäss, der Pfortader, welches es von Neuem, wie eine Arterie, in der Leber verbreitet, und erst nachdem es hier nochmals ein Capillargefässnetz durchlaufen hat zum Herzen gelangen lässt.

Der Kreislauf des Blutes war den Alten unbekannt. Die nach dem Tode blutleeren Arterien hielten sie für Luft führende Gefässe. 1553 wurde von Michael Serveto zuerst der kleine Kreislauf entdeckt, und 1619 von Wilhelm Harvey zu London der grosse Kreislauf. Zunächst bestritt der Letztere die zu seiner Zeit noch geltende alte Ansicht, dass beim Athmen Luft in's Herz gelange, und dass der luftige Geist vom Herzen aus durch die Aorta sich im übrigen Körper verbreite. Er bewies durch Versuche, dass beim Aufblasen der Lunge keine Luft zum Herzen kommen könne, und zeigte durch tödtliche Blutungen nach

verletzten Arterien, dass diese nicht blutleer sind. Den Kreislauf des Blutes selbst aber folgerte er theils aus der Blutmenge, welche innerhalb einer Stunde durch das Herz geht, theils aus den Erscheinungen, welche die Unterbindung der Blutgefässe begleiten. Wenn, dachte Harvey, in der linken Herzkammer 2 Unzen Blut enthalten sind, so wird bei jeder Systole wenigstens eine halbe Unze in die Aorta getrieben; da nun das Herz in einer Stunde 2000 Schläge macht ($33\frac{1}{3}$ in der Minute), so beträgt die Menge des in dieser Zeit aus dem Herzen strömenden Blutes 83 Pfund und 4 Unzen. Setzt man aber die Menge des in den Gefässen des erwachsenen menschlichen Körpers befindlichen Blutes, ausser dem, was zur Ernährung verwendet wird, auf 15 Pfund, so folgt, dass wenigstens weit mehr Blut in einer Stunde durch das Herz getrieben wird, als durch die Leber ersetzt*) werden kann, oder als im ganzen Körper vorhanden ist. Es muss demnach das vom Herzen kommende Blut wieder zum Herzen zurückkehren und in einer Zeit von 6—8 Minuten scheint die ganze Blutmenge des Körpers das Herz einmal durchströmt zu haben. In dieser berühmten Rechnung Harvey's sind jedoch die präsumirten Zahlen sämmtlich zu klein. Die Zahl der Puls- oder Herzschläge innerhalb einer Stunde beträgt im Mannesalter, wie wir oben gesehen haben, mehr als das Doppelte von dem, was Harvey annimmt, und die linke Herzkammer treibt im Erwachsenen bei jeder Systole eher eine ganze als eine halbe Unze Blut aus. Da Harvey jedoch

*) Man hielt damals die Leber für das blutbereitende Organ.

nur beweisen wollte, dass innerhalb einer Stunde mehr Blut das Herz durchläuft, als im ganzen Körper vorhanden ist, dass folglich dasselbe Blut, welches das Herz verlässt, wieder zum Herzen zurückkehren muss, so wäre es kein Fehler gewesen, die Zahl der Herzschläge und die Menge des mit jedem Herzschlag ausgetriebenen Blutes möglichst niedrig anzugeben, wenn er nur zugleich die Menge des gesammten Blutes möglichst hoch annahm. Wie irrige und unbegründete Ansichten übrigens damals noch über dergleichen Bestimmungen vorhanden waren, geht daraus hervor, dass Primrose, einer der heftigsten Gegner Harvey's, zu behaupten wagte: es fliesse in einer Stunde nicht mehr als eine Unze Blut durch das Herz.

Die Art, wie Harvey aus der Unterbindung der Blutgefässe den Kreislauf deducirte, war folgende: Zunächst zeigte er, dass sowohl bei der Unterbindung der Arterien, als der Venen, allemal eine Geschwulst entstehe. Diese Geschwulst entstand aber bei den Arterien oberhalb der Ligatur, d. h. zwischen ihr und dem Herzen, bei den Venen dagegen unterhalb der Ligatur; es musste mithin das Blut in den Arterien von den Stämmen in die Aeste und in den Venen von den Aesten in die Stämme übergehen. Mit Rücksicht auf die schon durch Rechnung gefundene Circulation des Blutes nahm daher Harvey an, dass, nachdem das Blut von dem Herzen in die Arterien gelangt sey, es durch immer feiner werdende Zweige derselben im Körper verbreitet werde, dann aber in die feinen Anfänge der Venen übergehe und durch die Stämme derselben wieder zum Herzen zurückkehre. Zu diesem Uebergang des Blutes

aus den Arterien in die Venen hielt er die Kraft des Herzens für hinreichend. Endlich zeigte Harvey auch, dass die Klappen der Venen unmöglich einen anderen Zweck haben könnten, als den Lauf des Blutes zum Herzen zu befördern und sein Zurückweichen auf diesem Wege zu verhindern.

Wie alles Neue erlitt natürlich auch die Lehre Harvey's anfänglich den heftigsten Widerspruch, doch erlebte Harvey selbst noch die Freude, seine Ansicht von dem bei Weitem grössten Theil der Aerzte und Physiologen als richtig anerkannt zu sehen. Die Untersuchungen Harvey's sind seitdem unendlich oft wiederholt worden und alle haben wesentlich zu demselben Resultat geführt, so dass die Wahrheit der Harvey'schen Lehre heut zu Tage nur von denen bezweifelt werden kann, die aus Eigensinn einer besseren Einsicht widerstreben. Sie ward später auch noch durch Injectionen der Gefässe, so wie durch mikroskopische Beobachtung bestätigt. Schon Riolan, ein Zeitgenosse Harvey's, der den Kreislauf nur theilweise zugab, führte merkwürdiger Weise das Aufblasen der Gefässe als ein Mittel an, um sich von der Wahrheit des Kreislaufs zu überzeugen, und Ol. Borrich zeigte zu Leiden 1662 durch Aufblasen deutlich den Zusammenhang der *Art. coeliaca* mit der Pfortader. Die vollkommenste Bestätigung lieferte aber Ruysch 1691 durch vielfältige Injectionen. Einspritzungen mit Wachs scheint zuerst Janke*) gemacht zu haben. Den anschaulichsten Beweis für den Kreislauf, d. h. die mikroskopische Beobachtung desselben, lieferte

*) *De ratione venas corp. hum. angustiores inprimis cutaneas ostendendi.* 1762. 4.

zuerst Marcellus Malpighi, Prof. zu Bologna, 1661. Vermittelst eines mässigen Vergrösserungsglases beobachtete er unmittelbar den Kreislauf in den Lungen und dem Gekröse bei Fröschen, und sprach sich darüber brieflich an Alfons Borelli aus. Nach ihm ward der Kreislauf 1690 durch bessere Vergrösserungsgläser von Anton van Leeuwenhoek zu Delft genauer beobachtet. Bei der Untersuchung von Froschlarven ward ihm der Uebergang der Arterien in die Venen so klar, dass er darauf bestand, beide nur für ein Gefäss zu halten. Unter dem Einfluss des Herzens sah er die Blutbewegung sich beschleunigen. Auch bemerkte er schon, dass in den Capillargefässen die Blutbewegung zuweilen rückgängig wird. An den durchsichtigen Theilen warmblütiger Thiere, namentlich an dem Gekröse eines Hundes und im Omentum einer Katze, ward der Kreislauf später von W. Cowper mikroskopisch beobachtet, und ist in neuerer Zeit wiederholt in verschiedenen Theilen bei verschiedenen Thieren von Reichel, Harlefs, Oesterreicher und Anderen gesehen worden. Endlich hat auch noch Magendie*) einen neuen, den Kreislauf bestätigenden Versuch bekannt gemacht. Er unterband mit Ausschluss der Schenkelvene und Arterie den Oberschenkel eines Hundes dicht am Leibe. Wurde nun die Oberschenkelvene ebenfalls unterbunden, so schwoll sie unterhalb der Ligatur an und ergoss angestochen das Blut in einem ziemlich hohen Strahle. Dieser hörte aber auf, als auch die Schenkelarterie mit dem Finger compri-

*) Handbuch der Physiologie, übersetzt von C. F. Heusinger, Eisenach 1836. Bd. II. S. 337.

mirt wurde, und stellte sich wieder her, sobald man mit der Compression der Schenkelarterie nachliess. Wurde in die Schenkelarterie lauwarmes Wasser eingespritzt, so drang das Wasser ebenfalls aus der Vene hervor, und je kräftiger die Einspritzung vollzogen wurde, um so schneller wurde das Wasser aus der Vene entleert. — Aehnliche Versuche mit demselben Erfolg haben Crofs, Wedemeyer, Günther u. A. m. angestellt.

Nach alle diesem ist der Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen unzweifelhaft, und die Lehre vom Kreislauf gehört zu den am besten bewiesenen in der ganzen Physiologie.

Beim Embryo und Fötus muss wegen der Verbindung mit dem mütterlichen Leibe und der mangelnden Respiration der Blutumlauf natürlich mancherlei Abänderungen erfahren.

Der erste Kreislauf entwickelt sich zwischen dem Embryo und dem Gefässhofe der Keimblase*). Der Herzkanal (Fig. XXIX. a.) treibt hier durch seine Contractionen das Blut durch die aus ihm heraustretenden Aortenbogen**)

*) Bischof, Entwickelungsgeschichte. Leipzig 1842. S 496 u. f.

**) Der Herzkanal läuft nach oben in zwei Schenkel aus, welche zwei Gefässbogen bilden und vor der Wirbelsäule sich vereinigen. Dieses sind die Aortenbogen. Dieselben bleiben aber nicht lange einfach, sondern indem das Herz sich zurückzieht, bilden sich rasch hinter einander mehrere Gefässbogen, nach v. Bär auf jeder Seite 5, nach Reichert nur 3. Diese Bogen treten vor der Wirbelsäule nicht unmittelbar zur Aorta zusammen, sondern vereinigen sich auf jeder Seite zu einem besonderen Gefäss, welches v. Bär die Aortenwurzel nennt. Nach v. Bär verschwinden 2 Paar Aortenbogen wieder. Er stimmt daher in sofern mit allen anderen Beobachtern überein, dass

zum Theil nach der oberen Partie des Embryo, zum grösseren Theil in die beiden Aortenwurzeln (c) und den aus diesen sich bildenden kurzen Stamm der absteigenden Aorta, durch welche es sogleich wieder in die beiden unteren Wirbelarterien (d) gelangt. Mehrere seitliche Aeste derselben, die *arteriae omphalo-mesentericae* (e), führen das Blut nun durch ein arterielles, tief liegendes Gefässnetz, in den Gefässhof, und zwar grösstentheils in das Grenzgefäss desselben, in die *vena terminalis* (f), zum Theil aber auch schon direct in die Anfänge eines mehr oberflächlich liegenden und stärker entwickelten venösen Gefässnetzes. Aus diesem, so wie aus der *vena terminalis* gelangt das Blut durch zwei obere stärkere (g) und zwei untere schwächere Aeste (h) der *ven. omphalo-mesenteric.* in die beiden kurzen Stämme derselben (i), welche es dann in das untere Ende des Herzkanals überführen. Mit der Entwickelung des Darmkanals und seiner Gefässe, der *art.* und *ven. mesenterica*, und mit der Entwickelung der übrigen Gefässe, ändert sich dieser erste Kreislauf aber, in sofern das Blut aus der absteigenden Aorta sehr bald nicht mehr durch mehrere seitliche Aeste der unteren Wirbelarterien in den Gefässhof übergeführt wird, sondern bald nur noch durch ihren ersten und obersten Ast. Von dieser einen allein übrigbleibenden *art. omphalo-mesenterica*,

sich die bleibenden Gefässe nur aus 3 Paar Aortenbogen entwickeln. Von diesen bildet sich aus dem vordersten nach oben die Carotis und Subclavia. Der übrige Theil obliterirt. Aus dem zweiten wird links die bleibende Aorta, rechts obliterirt er. Aus dem dritten bildet sich auf beiden Seiten die *art. pulmonalis*. Diese Metamorphosen erfolgen sehr rasch.

welche mit der der anderen Seite bald zu einem Stamm verschmilzt, ist die *art. mesenterica* Anfangs nur ein kleiner Zweig. Mit der Ausbildung des Darms wird dieser aber so bedeutend, dass sich das Verhältniss umkehrt und er nicht mehr als ein Zweig der *art. omphalo-mesenterica* erscheint, sondern diese als einZweig von ihm. — Unterdessen hat sich auch das Verhältniss der *ven. omphalo-mesentericae* verändert. Anfangs führten sie allein das Blut zum Herzen. Sobald sich aber die Körpervenen entwickeln, die Anfangs nur kleine Aestchen von dem Stamm der *venae omphalo-mesentericae* sind, nimmt dieser Stamm nach und nach den Charakter der unteren Hohlvene an, und die *vena omphalo-mesenterica* erscheint dann als ein Zweig desselben. Zugleich hat sich die Leber an dem Stamm der *vena omphalo-mesenterica* entwickelt und es dringen Aestchen von dieser in die Leber hinein, so dass das Blut, welches durch die *vena omphalo-mesenterica* dem Herzen zuströmt, zum Theil aus der Leber kommt. Unterdessen entwickelt sich aber auch die *vena mesenterica*, die Anfangs nur ein kleines Aestchen der *vena omphalo-mesenterica* war, und wird endlich so bedeutend, dass sie an Stärke die *vena omphalo-mesenterica* übertrifft, und diese als ein Aestchen von ihr erscheint. Indem sich die *vena mesenterica* zur Pfortader ausbildet, führt sie das Blut in die Leber. So erscheint endlich die *vena omphalo-mesenterica*, die Anfangs das Blut allein zum Herzen führte, als ein Aestchen der Pfortader.

Die zweite Form des Kreislaufs entwickelt sich bei dem Embryo zwischen dessen Herzen und der Allantois und dem

aus dieser hervorgehenden Mutterkuchen durch die Nabelgefässe. Wenn nämlich die Allantois aus dem unteren Ende des Embryo hervorwächst, so treten mit ihr auch zwei Aestchen der unteren Wirbelarterien als *arter. allantoidis* hervor. Die unteren Wirbelarterien sind wahrscheinlich später die *arteriae iliacae*, und die von ihnen zur Allantois gehenden Gefässe die *art. umbilicales*. Durch die Allantois an die Peripherie des Eies geführt, bilden sie sich durch die äussere Eihaut hindurch und stellen durch ihre zahlreiche baumartige Verzweigung den arteriellen Theil des Mutterkuchens dar. Sie gehen unmittelbar in Venen über, die Anfangs wohl überall sich in zwei Stämme, die *venae allantoides*, sammeln. Diese vereinigen sich aber innerhalb des Embryo zu einem einzigen Stamm, der *vena umbilicalis*. Beim Menschen findet sich überhaupt schon sehr früh nur eine einzige, das Blut vom Mutterkuchen zurückführende Vene. Die *vena umbilicalis* mündet Anfangs in den obersten Theil der *vena omphalo-mesenterica*, da dieser aber zur unteren Hohlvene wird, so geht das Blut später aus der Nabelvene in diese. Unterdessen hat sich aber die Leber entwickelt, und so wie sich die *vena omphalo-mesenterica* in diese hineinbildet, so treten auch Aestchen der Nabelvene in die Leber und führen einen Theil des Blutes in die Leber und durch die Lebervene in die untere Hohlvene, während ein anderer Theil durch den Stamm der Nabelvene an der Leber vorbeigeht. Die in die Leber tretenden Aeste der Nabelvene entwickeln sich aber immer mehr und mehr, während der Stamm derselben zurücktritt.

Der Lauf des Blutes durch das Herz und die Verthei-

lung desselben in die grösseren Blutgefässe wird nun beim Fötus durch die verschiedenen Entwickelungsstufen des Herzens eigenthümlich abgeändert. So lange dasselbe noch einen einfachen, graden oder gebogenen Kanal bildet, wird das Blut, welches in dessen unteres Ende einfliesst, durch die Contractionen des Kanals oben durch die Aortenbogen einfach wieder ausgetrieben. Wenn sich aber die Scheidewand und Abtheilungen in diesem Kanale ausgebildet haben, so dass zwei unvollständig von einander geschiedene Vorkammern und zwei vollständig geschiedene Kammern, jede mit einem Aortenbogen, vorhanden sind, so ist der Lauf des Blutes durch das Herz und seine Vertheilung durch die grösseren Gefässe für den Fötus nach Kilian*) folgende:

Das durch die Nabelvenen dem Kinde zugeführte Blut gelangt zur Leber. Hier theilt es sich in zwei sehr ungleiche Hälften. Die bei Weitem grössere Hälfte verbreitet sich zunächst in der Leber und geht aus dieser durch die Lebervenen in die untere Hohlader, während die kleinere Hälfte durch den *duct. venos. Arautii* unmittelbar in die untere Hohlader gelangt. Das aus der Nabelvene zum Theil durch die Leber, zum Theil direct in die untere Hohlader gelangte Blut mischt sich mit dem, was aus den unteren Extremitäten, den Eingeweiden u. s. w. heraufgekommen ist, und geht mit diesem zum Herzen. Hier theilt es sich in zwei Ströme: der eine fliesst unmittelbar in's linke Atrium und füllt dieses in Verbindung mit dem

*) Ueber den Kreislauf des Blutes im Kinde. Karlsruhe 1826. S. 204.

aus den Lungenvenen kommenden Blute, der andere fliesst in's rechte Atrium und füllt dieses in Verbindung mit dem aus der oberen Hohlvene kommenden Blute. So wie beide Vorhöfe gefüllt sind, was in ein und demselben Augenblick geschieht, ziehen sie sich zusammen und das Blut geht von ihnen in die Herzkammern über. Diese ziehen sich dann ebenfalls zusammen und es beginnt der doppelte arterielle Kreislauf. Aus der linken Herzkammer geht das Blut in die Aorta und durch deren drei aufsteigende Zweige ganz und gar nach der oberen Körperhälfte, ohne dass auch nur das Geringste in die absteigende Aorta gelangte. Aus der rechten Herzkammer geht dagegen das Blut durch den von der *art. pulmonalis* und dem *duct. arteriosus Botalli* gebildeten Gefässbogen ganz und gar in die absteigende Aorta, ohne auch nur das Geringste dem aufsteigenden Theil der Aorta und deren Aesten abzugeben. Das in den oberen Theil des Körpers gelangte Blut kehrt dann bekanntlich durch die *vena cava superior* wieder zurück, und das in den unteren Theil des Körpers gelangte Blut sammelt sich theils wieder in den unteren Körpervenen, theils aber geht es durch die *arteriae umbilicales* wieder zur Placenta und kehrt von dieser durch die Nabelvene zum kindlichen Körper zurück. Eine Veranschaulichung dieses Kreislaufs gibt Fig. XXX. Es findet also, nachdem die Vorhöfe sich einmal gefüllt haben, durchaus keine Mischung des arteriellen Blutes an irgend einer Stelle Statt, und der wichtigste Unterschied zwischen den Circulationsorganen des Fötus und des Erwachsenen besteht darin, dass die *vena cava inferior* im Fötus zwei Vorhöfe füllen hilft, und dass eine doppelte Aorta vorhanden ist.

Der vorstehenden Theorie des Kreislaufs hat Kilian folgende Sätze als das Resultat anatomischer Forschung vorangestellt.

1) Die *vena cava inferior* öffnet sich nicht allein in den rechten Vorhof, sondern sie ergiesst ihr Blut durch zwei vollkommen isolirte Mündungen, durch eine rechte und eine linke, sowohl in das rechte als in das linke Atrium.

2) Anfänglich ist die linke Mündung oder der linke Ast der unteren Hohlvene viel grösser als der rechte; allmählig aber ändert sich das Verhältniss dergestalt, dass gegen das Ende des neunten Monats die rechte Mündung das Uebergewicht über die linke erlangt hat.

3) Die beiden wichtigsten Klappen der beiden Vorhöfe, die *valvula Eustachii* und die *valvula foraminis ovalis* sind der unteren Hohlvene angehörende Gebilde und müssen als Duplicaturen oder als Verlängerungen der *membrana intima* dieses Gefässes betrachtet werden.

4) Beide Klappen scheinen zu gleicher Zeit zu entstehen, doch entwickelt sich die *valvula Eust.* schneller und vollkommener als die *valvula foram. oval.*

5) Die *valvula Eust.*, welche grösstentheils die rechte Oeffnung oder den rechten Ast der unteren Hohlvene im *atrium textrum* bildet, hat die Bestimmung, die beiden aus der *ven. cava sup.* und *infer.* in den rechten Vorhof gewaltsam hereinströmenden Blutstrahlen so an einander vorbeizuleiten, dass sie sich nicht gegenseitig stören und dass der rechte Vorhof sich in eben der Zeit füllen kann, wie der linke.

6) Die *valv. foram. oval.* oder die linke Hälfte der un-

teren Hohlader, welche als ein Analogon des bei Thieren vorkommenden linken Astes der unteren Hohlader betrachtet werden kann, bewerkstelligt das allmählige Ausschliessen der unteren Hohlvene aus dem linken Vorhof und ihr alleiniges Münden in den rechten.

7) Die Scheidewand der Vorhöfe ist von keinem Loche durchbohrt, und das *foram. ovale* geht nicht durch die Scheidewand derselben, sondern hinter derselben weg, und die Scheidewand trägt nur durch einen Ausschnitt zu seiner Bildung bei.

8) Beide stehen nicht in unmittelbarer, sondern nur in einer durch das *foram. oval.* mittelbaren, von der *vena cava inferior* bedingten Gemeinschaft.

9) Das eirunde Loch macht von seinem ersten Sichtbarwerden an bis znr Reife der Frucht eine sehr deutliche und leicht zu erkennende Rotation um seine Achse, welche sich sogar noch nach der Geburt fortsetzt.

10) Das *foram. oval.* ist seiner Bedeutung nach die am Stamme der Hohlvene gelegene Oeffnung des von dieser Vene abgehenden linken Astes.

11) Es gibt im Fötus noch keine eigentliche *art. pulmonalis*, sondern sie und der *ductus arteriosus Botalli* bilden einen fortlaufenden Bogen, und den Ursprung eines in die untere Körperhälfte führenden Gefässes, das den Namen *aorta abdominalis* zu tragen verdient, im Gegensatz zur *aorta cerebralis*, welche aus dem linken Ventrikel entspringt.

12) Es findet im Fötus ein doppelter arterieller Kreislauf Statt, und zwar einer aus der rechten Herzhälfte ausschliesslich durch die *aorta abdominalis*, deren erste

Zweige die *arteriae pulmonales* sind, und ein zweiter, ebenfalls ganz abgesonderter, aus dem linken Herzen, durch die *aorta cerebralis.*

13) Es ist eine erweisliche Thatsache, dass die Lungen des Fötus sehr reichlich von Blut durchströmt werden und dass der Lungenblutlauf im Fötus, *ceteris paribus*, so vollkommen ist, als im Erwachsenen.

14) Der *duct. venos. Arautii*, welcher in dem Gefässsystem der Leber vollkommen das Analogon des sogenannten *ductus art. Botalli* ist, nur mit dem Unterschiede, dass jener dem Fötusalter vorausgeeilt zu seyn scheint — muss ohne Zweifel als ganz und gar der Pfortader angehörend betrachtet werden, und hat nicht im Entferntesten seinen Ursprung der *ven. umbilicalis* zu verdanken.

15) Die *vena umbilicalis* ergiesst sich ganz vollständig einzig und allein in den linken Ast der *vena portar.* oder den *sinus venae portae.* Womit jedoch nicht in Abrede gestellt werden soll, dass das Blut im *duct. venos.* zum grössten Theil der *vena umbilical.* angehört, nur soll dadurch auf das wahre Ende der *ven. umbilical.* hingedeutet werden.

16) Der *ductus venos. Arautii* öffnet sich, genau genommen, nicht unmittelbar in die *vena cava inferior*, sondern in diejenige der oberen Lebervenen, welche unter allen Venen, die aus der Leber zur unteren Hohlader gehen, am meisten links gelegen ist. Die Einmündung in diese Vene geschieht aber kurz vor dem Eintritt dieser Vene selbst in die *ven. cava inferior.*

Blutumlauf.

Nachdem wir im Vorhergehenden die Blutbahn betrachtet haben, wollen wir nun den Blutumlauf auf dieser Bahn erörtern.

a. Geschwindigkeit des Blutumlaufs. Die Geschwindigkeit des Blutumlaufs kann natürlich nicht immer und überall dieselbe seyn. Das Blut, welches die vom Herzen entferntesten Stellen durchläuft, braucht zur Vollendung seiner Bahn eine grössere Zeit, als das, welches einen näheren Weg beschreibt. Allein nicht nur der längere oder kürzere Weg, sondern auch die es bewegenden Kräfte, und die keineswegs überall gleichen Verhältnisse seiner Bahn bringen Verschiedenheiten in seinem Umlauf hervor. Um die Umlaufszeit des Blutes im Allgemeinen zu erfahren, gibt es einen doppelten Weg. Man kann dieselbe entweder, wie schon Harvey that, berechnen, oder mit Hülfe chemischer, in's Blut gebrachter Stoffe durch Beobachtung erforschen.

Um die Umlaufszeit des Blutes zu berechnen, müssen wir zuerst die Capacität des Herzens, oder die bei jedem Pulsschlag ausgetriebene Blutmenge bestimmen, sodann die Menge des Blutes überhaupt und endlich die Zahl der Herz- oder Pulsschläge in einer gegebenen Zeit.

Was zunächst die Capacität des Herzens betrifft, so hält es ausserordentlich schwer, sich darüber bestimmte Zahlen zu verschaffen. Am Lebenden die Blutmenge zu bestimmen, welche das Herz bei jeder Diastole fasst, und mit jeder Systole austreibt, ist unmöglich, und ob man von der Capacität des todten Herzens auf die des leben-

den schliessen darf, die Frage. Am todten Herzen zeigt sich nämlich die auffallende Erscheinung, dass die linke Herzkammer meist einen geringeren, ja oft kaum einen halb so grossen Raum einnimmt, als die rechte, und doch scheint es mit einer ungestörten Circulation des Blutes unverträglich, dass mit jeder Systole auf der rechten Seite des Herzens mehr Blut ausgetrieben werde, als zugleich auf der linken abfliessen kann. Valentin glaubt daher, dass im Leben die Capacität der beiden Herzkammern gleich sey, und erklärt ihre Ungleichheit im Tode aus einer ungleich starken, selbst bis zur Fäulniss fortdauernden Zusammenziehung in Folge der verschieden starken Muskulatur. Mit der Verschiedenheit der Muskelmasse steigt nach ihm auch die Verschiedenheit in der Capacität. Demnach ist die Verschiedenheit in der Capacität am geringsten zwischen den Vorhöfen, etwas grösser bei den Herzohren und am stärksten bei den Kammern. Es ist jedoch schwer zu glauben, dass die linke Herzkammer nur in Folge einer selbst bis zur Fäulniss fortdauernden stärkeren Zusammenziehung kleiner erscheine, als die rechte. Könnte man nachweisen, dass die Masse des Blutes bei seinem Körperkreislauf wächst und bei seinem Lungenkreislauf abnimmt, so wäre die grössere Capacität des rechten Ventrikels eine Nothwendigkeit. Nun nimmt zwar die Masse des Blutes beim grossen Kreislauf durch die aufgenommenen Speisen und Getränke etwas zu, und beim kleinen Kreislauf durch die Exspiration etwas ab, allein die dadurch möglichen Abänderungen sind, auf die bei jedem Herzschlag ausgetriebene Blutmenge berechnet,

viel zu gering, um die so bedeutend verschiedene Capacität der Herzkammern daraus zu begreifen. Die Capacität eines jeden Ventrikels schätzt Valentin beim Menschen nach den am todten Herzen angestellten Messungen auf 5—10 Cubikzoll. Nun wiegt 1 franz. Cubikzoll frisches Blut bei einer Temperatur von 37°, 5 C. 20,92502 Grm. = 0,701683 Unzen Nürnberger = 0,71583 Unzen preuss. Medicinalgewichtes. Es würden daher mit jedem Herzschlage 104,62510 bis 209,2502 Grm. oder 3,508415 bis 7,01683 Unzen Nürnberger, oder 3,57915 bis 7,1583 Unzen preussischen Medicinalgewichtes ausgepresst werden. Nimmt man aus beiden Bestimmungen das Mittel, so würden mit jedem Pulsschlage 156,93765 Grm. oder 5,262622 Unzen Nürnberger oder 5,36872 Unzen preuss. Medicinalgewicht Blut in die Lungen und ebensoviel in den Körper befördert werden. Nimmt man nun an, dass ein erwachsener 38jähriger Mann 70 Herzschläge in der Minute hat, so würden innerhalb dieser Zeit nach den obigen Mittelwerthen 10985,6355 Grm. Blut durch die Lungen, und ebensoviel durch den Körper gehen. Im Ganzen werden also in einer Minute 21991,271 Grm. oder ungefähr 22 Kilogramme durch das Herz strömen*).

Nicht minder schwierig, als die Bestimmung der mit jeder Systole des Herzens ausgetriebenen Blutmenge, ist die Bestimmung der gesammten Blutmenge. Die darüber gemachten Angaben schwanken zwischen 8 und 100 Pfund. Herbst schätzt die Blutmenge auf 8—14 Pfund und stützt sich dabei auf die von ihm gemachten Injectionen des gan-

*) Valentin, Physiologie Bd. 1. S. 489.

zen Gefässsystems. Allein selbst bei den gelungensten Injectionen bleibt ein Theil der Gefässe immer mehr oder weniger ungefüllt. Ueberdies fehlt es nicht an Beobachtungen, welche eine grössere Quantität Blut in unserem Körper nachweisen. Nach Wrisberg z. B. verlor eine Frau, die an Mutterblutsturz starb, 26 Pfund Blut, und bei einer Enthauptung wurden in einem Fall 24 Pfund Blut gesammelt. Nach Burdach kann man die Blutmenge eines gesunden Mannes auf 20 Pfund schätzen. Ein sehr sinnreiches Verfahren zur Bestimmung der Blutmenge hat Valentin angegeben und ausgeführt. Es wird zu diesem Zweck die äussere Jugularvene eines lebenden Thieres, am besten eines Hundes, blosgelegt, ihr durch einen Aderlass eine bestimmte Quantität Blut entnommen und dann die procentige Menge des festen Rückstandes im entnommenen Blute bestimmt. Ist dieses geschehen, so spritzt man eine bestimmte Quantität destillirten Wassers in die Vene ein, und entnimmt nach Verlauf von einigen Minuten aus der anderen Jugularvene eine bestimmte neue Blutmenge, deren procentiger fester Rückstand ebenfalls bestimmt wird. Aus dem Unterschied der procentigen Gehalte der ersten und zweiten Blutart lässt sich dann die Menge des Blutes, welches verdünnt wurde, berechnen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass das eingespritzte Wasser sich schnell und gleichmässig im ganzen Blute vertheile, und dass durch die Abdunstung in den Lungen und an anderen freien Flächen während dieser Zeit zu wenig verloren geht, um die Rechnung merklich fehlerhaft zu machen. Da ferner das Blut alle anderen Körpertheile ernährt, so liess sich schon theoretisch erwarten,

dass die Quantität desselben zur Summe der übrigen Körpertheile, d. h. zum gesammten Körpergewicht in einem bestimmten Verhältniss stehen werde, und Versuche haben dieses bestätigt. Valentin fand demnach, dass die mittlere Blutmenge ohne Berücksichtigung der Geschlechtsverschiedenheit und in runder Proportion $\frac{1}{4,5} = 0,22222$ des Körpergewichts beträgt. Nimmt man nun das mittlere Körpergewicht eines 38jährigen Mannes zu 68820 Grm. an, so erhalten wir eine mittlere Blutquantität von $0,22222 \times 68820 = 15293,33$ Grm. Strömen nun, wie oben berechnet wurde, in einer Minute 21991,271 Grm. Blut durch das Herz, so folgt, dass die gesammte Blutmasse des Erwachsenen in $\frac{15293,33 \times 60}{21991,271} = 41,73$ oder $41\frac{3}{4}$ Secunden den ganzen Körper durchsetzt. Hält man sich an die obige Maximalzahl des mit jedem Herzschlag ausgetriebenen Blutes von 209,2502 Grm., so haben wir für die Minute und für eine Herzhälfte 14647,514 Grm. und für das ganze Herz 29295,028 Grm. Auf 15293,33 Grm. kämen dann 31,322 oder $31\frac{1}{3}$ Secunde. Hält man sich an das obige Minimum von 104,6251 Grm., so erhalten wir bei derselben Berechnungsweise 1 Minute $2\frac{2}{3}$ Secunden. Die durch Rechnung gefundene Umlaufszeit des Blutes schwankt also zwischen einer halben und ganzen Minute.

Unmittelbare Beobachtungen haben zu ähnlichen Resultaten geführt. E. Hering*) brachte bei Pferden einen

*) Zeitschrift für Physiolog. von Tiedemann und Treviranus Bd. III. S. 122.

mittelst eines Hahns verschliessbaren Tubulus in die linke *vena jugularis*, schraubte darauf einen Trichter und flösste durch diesen eine Solution von blausaurem Kali ein. Zugleich wurde die *vena jugularis* der anderen Seite geöffnet und das ausströmende Blut in alle 5 Secunden gewechselten Gefässen aufgefangen. Nach eingetretener Scheidung des aufgefangenen Blutes in Blutwasser und Blutkuchen wurde dann das erstere mit schwefelsaurem Eisen geprüft. In fünf Versuchen brauchte das blausaure Kali, um von der *vena jugularis* der einen Seite bis zu der der anderen zu kommen, 20—25 Secunden und in einem Versuch zwischen 25—30. Auf ähnliche Weise wurde auch die Geschwindigkeit erforscht, mit welcher das blausaure Kali aus der *ven. jugularis* in andere Gefässe überging. Um bis zur *ven. thoracica externa* der entgegengesetzten Seite zu gelangen, waren zwischen 23 und 30 Secunden, bis zur *saphena magna* nur bis 20, bis zur *art. masseterica* zwischen 15—30, bis zur *art. maxillar. extern.* der anderen Seite zwischen 10 und 15, ein andermal zwischen 20 und 25, bis zur *art. metatarsi* zwischen 20 und 25, ein andermal zwischen 25 und 30 und in noch einem anderen Fall mehr als 40 Secunden erforderlich. Wenn man zugibt, dass die dem Blut beigemischte Auflösung von blausaurem Kali ihre Bewegung denselben Ursachen zu verdanken habe, wie die des Blutes selbst, so muss die Geschwindigkeit seiner Verbreitung auch einen Massstab für die Geschwindigkeit des Blutes abgeben. Die Versuche von Hering sind durch Poiseuille*) wiederholt und vollkommen bestätigt worden.

*) *Annal. des sciences naturelles. Zoologie Tom. XIX.* 1843. *p.* 125.

Auch mikroskopisch hat man die Geschwindigkeit des Blutes beobachtet, was freilich nur an Capillargefässen geschehen konnte. In den Capillargefässen ist aber nach Weber*) die Geschwindigkeit des Blutes so gering, dass man sie nicht wahrnehmen würde, wenn die Blutkörperchen gross genug wären, um gesehen zu werden. Die mittlere Berechnung aus drei Reihen von Versuchen bei Froschlarven war 0,254 P. L.; in der Secunde also fast $\frac{1}{4}'''$. Valentin hat diese Versuche wiederholt. Er fand in der Schwimmhaut bei Fröschen die Geschwindigkeit des Blutes in den Capillaren zwischen ungefähr $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}'''$ in der Secunde. Hiernach würde das Blut in einer Minute nur etwa 1—$1\frac{1}{2}$ P. Z. durchlaufen. Wenn nun auch das Blut in den Capillaren bei Säugthieren schneller circulirt, so scheint sich hieraus doch immer ein Widerspruch mit der oben berechneten Umlaufszeit zu ergeben. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Capillargefässe nie beträchtliche Länge haben, so dass das Blut während seines Umlaufs sich nur wenige Secunden auf ihrer Bahn befindet. Mit dem Eintritt in die Venen nimmt aber seine Geschwindigkeit wieder zu, wie man deutlich unter dem Mikroskop sehen kann, und um so mehr je grösser die Venenstämme werden, in die es gelangt, so dass seine Geschwindigkeit zuletzt der in den Arterien fast gleich kommt, was schon Haller**) wusste und mit Unrecht von Schulz geläugnet wird. Ohne Zweifel ist der langsame Blutumlauf in den Capillaren für die Absonderung und Ernährung von Wichtigkeit. Die Geschwindigkeit des Blutes in

*) J. Müller's Archiv. 1838. S. 467.

**) *Tom. IV. p.* 62.

den Capillaren ist übrigens nicht in allen Theilen dieselbe, wahrscheinlich weil die Capillargefässe selbst nicht überall ganz gleich sind. So fand Hales*) z. B. die Geschwindigkeit des Blutes in den Capillargefässen der Lungen ungefähr 40 Mal grösser als in den Capillargefässen der Muskeln. Keill**) hat den Widerstand, den das Blut in den feinsten Gefässen bei seinem Uebergang aus den Arterien in die Venen erfährt, gemessen. Der Verlust an Geschwindigkeit, den das Blut hierbei erlitt, verhielt sich wie 9:15. Keill liess nämlich zuerst an der querdurchschnittenen Schenkelvene eines Hundes Blut ausfliessen, und dann auch aus der querdurchschnittenen Schenkelarterie, und verglich die zu gleicher Zeit ausgeflossenen Blutmengen. In derselben Zeit, in welcher aus der Schenkelarterie $7\frac{1}{2}$ Theile Blut ausgeflossen waren, hatte die Schenkelvene nur 3 Theile entleert. Die Geschwindigkeit des Blutes in den kleinen Gefässen muss darum geringer seyn, weil die Lumina der Aeste eines Stammes zusammengenommen grösser sind, als das Lumen des Stammes, und weil eine engere Röhre bei gleicher Kraft schneller von derselben Flüssigkeit durchströmt wird als eine weitere Röhre, welche in kurzen Abschnitten so viel enthält, als eine engere Röhre in längeren Abschnitten. Früher glaubte man, dass die stumpfen und spitzen Winkel, unter welchen die Aeste von den Gefässen abgehen, einen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Blutes hätten, und dass die stumpfen Winkel seinen Verlauf mehr als die spitzen hemmten. In geschlosse-

*) *Haemostatique traduit par Sauvages. p. 39. sq.*

**) *Tentamina medico-physica. London 1718. Tent. 3. p. 50.*

nen Röhren befindet sich aber die in denselben fortgetriebene Flüssigkeit überall unter gleichem Druck und strebt mit gleicher Kraft nach allen Richtungen hin. Doch wird die Geschwindigkeit der Blutkörperchen in Gefässen, die starke Biegungen machen, sichtlich gehemmt. Ich habe wiederholt gesehen, dass in Capillargefässen, die sehr kurz umbogen, die Blutkörperchen an dieser Stelle momentan gehemmt wurden. Sie prallten dabei förmlich an die Wand an und setzten erst dann ihren Lauf weiter fort. Nach Valentin wird die Geschwindigkeit des Blutes besonders dann gehemmt, wenn mehrere Biegungen der Gefässe rasch auf einander folgen. Die Natur wendet dieses nach ihm an manchen Stellen absichtlich an, um den Druck, unter welchem das Blut strömt, zu vermindern; z. B. im *Canal. caroticus*. Ohne dieser Ansicht Valentin's grade widersprechen zu wollen, muss ich doch bemerken, dass an vielen anderen Stellen der gewundene Verlauf der Gefässe augenscheinlich erst eine Folge des Blutandrangs ist.

Endlich hat die Reibung und Adhäsion an den Wänden einen Einfluss auf die Blutbewegung, und das Blut fliesst in der Mitte eines Gefässes schneller als an den Wänden. Ein Grund mehr, warum das Blut in den kleinsten Gefässen langsamer fliessen muss, als in den Stämmen.

b. Art des Blutumlaufs. Die Art, wie das Blut in den Gefässen fortrückt, ist nicht überall dieselbe. In den grösseren arteriellen Gefässen rückt das Blut stossweise fort, der Systole und Diastole des Herzens entsprechend. Die Wirkung dieses stossweise fortgerückten Blutes auf die Arterienwände erzeugt, wie schon oben erörtert wurde, den

Puls. In den kleinsten Arterien, in den Haargefässen und Venen verschwindet aber diese pulsatorische Bewegung, und man sieht das Blut meist ununterbrochen und gleichförmig fortfliessen. Auch in den grösseren Arterien darf man sich die Blutbewegung nicht etwa so denken, als ob sie wechselweise aufhörte und wiederkehrte; sie ist auch hier ununterbrochen nur rhythmisch verstärkt, und dieselbe Ursache, welche hier auch während der Diastole des Herzens die Blutbewegung unterhält, macht sie in den Capillargefässen zu einem gleichförmigen Strom. Es ist der von den Gefässwänden auf das Blut ausgeübte Druck. Dieser Druck der Gefässwände muss natürlich von dem Blute in den Capillargefässen am stärksten empfunden werden, denn das Blut steht hier unter dem gesammten Druck der Arterienwände. Weber vergleicht nicht unpassend diesen Druck mit der Wirkung des Windkessels bei den Feuerspritzen, wodurch das Wasser fortfährt, ausgetrieben zu werden, wenn auch der Druck der Pumpe cessirt. Die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen wird aber ebenfalls stossweise nach grossen Blutverlusten und bedeutend geschwächter Herzthätigkeit. Bei sehr grosser Schwäche des Herzens weichen die Blutkörperchen selbst nach jedem Ruck wieder etwas zurück, denn bei geringerer Druckkraft des Herzens oder geringerer Blutmenge werden die Arterien weniger ausgedehnt, und in dem Grade, als sich ihre Ausdehnung verringert, muss auch die darauf folgende Zusammenziehung sammt ihrem Druck abnehmen. Ein theilweises Zurückfliessen des Blutes in den Capillaren entsteht aber auch bei Hindernissen in der Circulation. Untersucht man

die Blutbewegung am lebenden Organismus, so sieht man sehr oft die Blutkörperchen in einem Gefässe plötzlich die entgegengesetzte Richtung einschlagen und erst im nächsten Gefäss sich dem allgemeinen Zug wieder anschliessen. Es braucht nur in einer Gefässpartie z. B. durch Muskelcontraction oder durch eine verstärkte Contraction der Gefässe selbst der Druck, unter welchem das in ihnen enthaltene Blut bewegt wird, sich zu steigern, so wird es nach allen Seiten hin auszuweichen suchen und in den benachbarten Gefässen ein theilweises Zurückströmen veranlassen. Hieraus wird der Nutzen der zahlreichen Anastomosen und das Ueberwiegen der Venen über die Arterien ersichtlich. Nicht selten steht das Blut in den Capillaren und kleineren Gefässen auch ganz still. Nach Weber *) findet ein solches Stocken so leicht und so häufig Statt, dass es zu den naturgemässen Vorgängen zu gehören scheint. Ein mässiger Druck, eine geringe Spannung bringt es schon hervor, ja oft scheint es ohne alle wahrnehmbare Ursache zu entstehen und ohne wahrnehmbare Veränderung der Verhältnisse zu vergehen. Der Stillstand des Blutes in einzelnen kleinen Gefässzweigen ist eine so häufige Erscheinung, dass man keinen Schwanz einer Froschlarve und kein Gekröse eines Frosches untersuchen kann, ohne Gefässzweige zu finden, in welchen das Blut stockt. Weber ist geneigt, diese von Zeit zu Zeit eintretenden Stockungen für einen Vorgang zu halten, der zur Ernährung in besonderer Beziehung steht. Bei der Entzündung nimmt dieser Zustand so sehr über-

*) J. Müller's Archiv 1838. S. 464.

hand, dass das Blut in einem grossen Theile der Blutgefässnetze des entzündeten Theiles still steht und die Haargefässe sehr erweitert werden. Bei Froschlarven, bei denen das Blut in allen Adern des Schwanzes, die grössere Arterie und Vene, welche am Rückgrade liegt, ausgenommen, still steht, tritt darum doch kein krankhafter Zustand ein. Setzt man sie in's Wasser, so schwimmen sie mit grosser Behendigkeit augenblicklich fort und gebrauchen ihren Schwanz nach wie vor, obwohl sich die Circulation nicht sogleich wieder herstellt. — Wenn das Blut nur eine kurze Zeit, z. B. eine Viertelstunde, stockt, so werden die Blutkörperchen wieder unverändert flott; stockt das Blut aber längere Zeit, so kleben sie an einander, haften an den Wänden, verlieren ihren Farbstoff und werden rund.

c. Blutbewegende Kräfte und deren Druck. Obwohl sich die das Blut bewegenden Kräfte schon aus dem Mitgetheilten ergeben haben, so müssen wir dieselben doch hier noch einmal übersichtlich zusammenfassen und schliesslich den Druck bestimmen, der dadurch auf das Blut ausgeübt wird.

Die Ursache der Blutbewegung kann möglicher Weise im Blute selbst oder ausser ihm liegen und seine Bewegung demnach entweder eine selbstständige active, oder eine abgeleitete passive, oder beides zugleich seyn.

Es hat bis auf die neueste Zeit nicht an Physiologen gefehlt, welche dem Blute ein selbstständiges, ihm an und für sich zukommendes Bewegungsvermögen zugeschrieben haben. Home, Wilson, Kreysig, Kielmeyer, Treviranus, Carus, Döllinger u. A. m. haben dem Blute

eine eigne Fortbewegungskraft zugeschrieben, wodurch es im Stande sey, sich unabhängig von der Thätigkeit des Herzens zu den Capillargefässen hin und wieder zurückzubewegen. Die Gründe, worauf sich diese Ansicht stützt, sind hauptsächlich folgende:

1) Dass das Blut nach Wolf und Pander sich früher in der *area vasculosa* bilde, als das Herz schlägt, und dass das Blut von der Peripherie der *area vasculosa* schon nach dem Herzen ströme, ehe noch das Herz sich bewegt. Diese letztere Behauptung ist aber völlig unsicher. Weder v. Baer noch irgend ein anderer neuerer Beobachter konnte sich davon überzeugen. Nie sahen sie eine Blutbewegung ohne gleichzeitige Bewegung des Herzens.

2) Dass bei herzlosen Missgeburten dennoch das Blut sich bewege. Genauere Untersuchungen haben aber gelehrt, dass die Gefässe herzloser Monstra nur Aeste der Nabelgefässe eines zweiten vollständigen Kindes waren, von dem das Monstrum, wie ein Organ, ernährt wurde.

3) Dass der Blutumlauf fortdauere nach aufgehobener Herzthätigkeit, oder nach Trennung der Gefässe von dem Herzen. In Theilen, welche mit dem Herzen noch in Verbindung stehen, dauert aber nach aufgehobener Herzthätigkeit die Bewegung des Blutes nur so lange fort, bis die Gefässe sich auf das Minimum ihres Durchmessers zusammengezogen haben. Dieselbe Ursache wirkt auch in abgeschnittenen Theilen noch auf die Blutbewegung. Zum grossen Theil hängt dieselbe aber hier auch vom Ausfliessen des Blutes ab. Das ausfliessende Blut wirkt auf das Blut in den Capillargefässen, wie die in dem absteigenden Schenkel

eines Hebers ausfliessende Flüssigkeit auf den Inhalt des aufsteigenden Schenkels. Wird die Durchschnittsfläche, aus der das Blut ausfliesst, in die Höhe gehalten, so hört die Bewegung des Blutes in dem abgeschnittenen Stück weit früher auf. — Setzt man abgeschnittene feuchte Theile dem intensiven Sonnenlicht aus, so bemerkt man in den feinsten Gefässen eine flimmernde Blutbewegung. Die Ursache dieser Bewegung liegt aber nicht im Blute selbst, sondern in der durch das Sonnenlicht bewirkten Verdunstung. Selbst nach 1½ Tagen kann man daher noch an befeuchteten Fledermausflügeln unter dem Einfluss des Sonnenlichtes solche Bewegungen wahrnehmen. Wir haben demnach keine einzige Thatsache, wodurch die selbstständige Bewegung des Blutes bestimmt nachgewiesen würde. Die Ursache der Bewegung des Blutes muss demnach ausser ihm liegen, und hier fällt uns vor Allem die Thätigkeit des Herzens als hauptsächlichster Hebel derselben in die Augen. Die Blutbewegung wird aber noch unterstützt durch die Respiration und durch die Zusammenziehung der Gefässwände, vorübergehend auch durch den Druck der Muskeln bei körperlichen Anstrengungen und endlich haben vielleicht auch die festen Theile durch ihre Anziehung einigen Antheil an der Richtung des Blutes, so dass es bald diesem bald jenem Organ mehr zuströmt.

Dass das Herz durch seine Zusammenziehung bewegend auf die Blutsäule wirkt, ist augenscheinlich und wird von Niemanden bestritten. Viele Physiologen schreiben aber auch der Erweiterung des Herzens, die sie nicht für durchaus passiv halten, einen Antheil an der Blutbewegung

zu, indem dadurch ein relativ leerer Raum gebildet werde, den das Blut sich bestreben müsse auszufüllen. Dass mir die Erweiterung des Herzens zum Theil activ zu seyn scheine, wurde schon früher bemerkt. Auch Bischoff *) glaubt bei Hühnerembryonen sich öfter von einer activen Expansion des Herzens und einem saugenden anziehenden Einfluss desselben ganz entschieden überzeugt zu haben. Das Herz würde in diesem Falle nicht nur wie ein Druckwerk auf das arterielle, sondern auch wie ein Saugwerk auf das venöse Blut wirken. Wedemeyer und Günther leiteten bei einem Pferde das Blut aus der *ven. jugular.* in einen Katheter, und durch diesen in eine gebogene Glasröhre. Als nun das freie Ende der Glasröhre in's Wasser gestellt wurde, stieg dieses bei jeder Erweiterung der Vorhöfe einige Zoll in die Höhe, und sank dann wieder herab. Es muss demnach die Bewegung des venösen Blutes durch die Saugkraft des Herzens unterstützt werden. In ähnlicher Weise, wie das Herz, wirkt auch die Respiration. Beim Ausathmen wird durch die Zusammendrückung der Brusteingeweide der Abfluss des arteriellen Blutes befördert. Auch das venöse Blut würde zurückfliessen, wenn die Venenklappen dieses nicht hinderten. Umgekehrt wird dagegen beim Einathmen durch die Erweiterung der Brust und den dadurch gebildeten relativ leeren Raum der Abfluss des arteriellen Blutes gehemmt, der Zufluss des venösen Blutes dagegen befördert. — Die Wirkung der Gefässwände bei der Circulation ist theils eine unterstützende, theils eine re-

*) Entwickelungsgeschichte. Leipzig 1842. S. 496.

gulirende. Durch ihre Elasticität unterhalten die Gefässe einen beständigen Druck auf das Blut, so dass dasselbe, trotz der wechselnden Herzthätigkeit, in den Capillargefässen stets mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortströmt, und selbst nach gänzlich aufgehobener Herzthätigkeit noch eine kurze Zeit sich zu bewegen fortfährt. Wahrscheinlich wird durch die Elasticität der Gefässe auch die Reibung des Blutes vermindert. Verlieren daher die Arterien auf eine längere Strecke, z. B. durch Verknöcherung, ihre Elasticität, so sehen wir bedeutende Störungen eintreten. Das Blut stockt, dadurch leidet die Ernährung, es tritt krankhafte Ausschwitzung und endlich Brand ein, wie bei *gangraena senilis.* Wirken die Gefässe durch ihre Elasticität unterstützend, so wirken sie durch ihre lebendige Contractilität regulirend. Es wird durch die letztere sowohl die Ausdehnung als die Zusammenziehung innerhalb gewisser Gränzen erhalten. Es kann dadurch nicht nur eine zu starke, sondern selbst eine gewöhnliche Ausdehnung verhindert und das Gefäss in einem Zustand bleibender Contraction erhalten werden. Eben so kann auch dadurch die Zusammenziehung verstärkt werden. Endlich wirkt auch der bei körperlichen Bewegungen momentan ausgeübte Druck beschleunigend auf die Blutbewegung. In den Venen kann bei diesem Druck das Blut wegen der Klappen nur nach dem Herzen hin ausweichen, also in seinem Lauf nur befördert werden; in den Arterien aber muss der vom Herzen her wirkende Druck sich der Wirkung der Venenklappen ähnlich verhalten, und der Muskeldruck, wenn er nicht zu stark ist, wird daher auch hier eher fördernd als

hemmend auf den Blutumlauf wirken. Manche haben den verstärkten Blutumlauf bei körperlichen Bewegungen aus einer damit verknüpften allgemeinen Aufregung aller Lebenskräfte erklärt. Einen besonderen Einfluss auf die Blutbewegung schreibt Bonorden *) den organisirten festen Theilen zu. Er glaubt, dass ähnlich, wie das Lycopodiumpulver vom electrischen Strome angezogen und nach bestimmten Richtungen abgestossen werde, so auch das Blut vom vitalen Strome der Organe bewegt werde. Die Circulation des Blutes in der Pfortader ist nach ihm von der Kraft des Herzens ganz unabhängig und wird nur durch die eigenthümliche Thätigkeit der Leber vermittelt. Dasselbe glaubt er von dem Umlauf des Blutes in der Placenta. Ebenso erklärt er aus einer eigenen Attractionskraft der organischen Substanz die Menstruation und deren anomales Erscheinen an anderen Theilen. Auch die Leerheit der Arterien nach dem Tode und die Wirkung mancher in den Blutkreis gelangter Arzneistoffe auf besondere Organe, nebst vielen anderen Erscheinungen, sucht er von einer besonderen Attractionskraft der organischen Substanz auf das Blut oder einzelner Bestandtheile desselben zu erklären. Eine solche Attractionskraft ist jedoch durchaus nicht erwiesen. Eine Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz leugnet Niemand, allein damit ist noch nicht gesagt, dass dadurch das Blut, z. B. durch die Leber, bewegt werde. Da alle Theile sich aus dem Blute ernähren, so muss auch jeder Theil zu bestimmten Theilen des Blutes

*) Meckel's Archiv 1827. S. 541.

eine bestimmte Verwandtschaft besitzen, und vermöge dieser dem Blute Stoffe entnehmen und sie in die eigene Substanz umwandeln können. Auch mag ausser dieser Verwandtschaft eine physikalische Anziehung Statt finden. So sieht man z. B. bei mikroskopischen Untersuchungen die Blutkörperchen dicht an den Rändern der organischen Theile hingleiten und sich freiwillig nicht davon entfernen. Koch*) sah einmal entleerte Blutkörperchen selbst wieder in den Kreislauf zurückkehren und in einem anderen Falle das aus einer Schleimhautwunde entleerte Blut sich in der Nähe der Wunde hin- und herbewegen; allein alles dieses beweist nicht, dass die organischen festen Theile einen Einfluss auf die Fortbewegung des Blutes auszuüben im Stande sind.

Es bleibt uns nun noch übrig, den Druck anzugeben, unter welchem das Blut strömt. Schon Hales stellte hierüber Untersuchungen an, die besonders von Poiseuille, Valentin, Magendie u. A. m. wiederholt und vervollständigt worden sind.

Um die Stärke des Drucks zu bestimmen, unter welchem das Blut fliesst, bedient man sich am besten des von Poiseuille in Gebrauch gezogenen Manometers der Gebläse mit der Verbesserung von Valentin. Dieses Instrument, Hämadynamometer, Blutkraftmesser von Valentin genannt, besteht aus einer Glasröhre, die Anfangs eine Strecke horizontal, dann unter einem rechten Winkel abwärts und hierauf parallel mit dem abwärts gehenden Stück

*) Meckel's Archiv 1827. S. 444.

aufwärts steigt. Das aufwärts gehende Stück ist natürlich weit länger, als das abwärts gehende. Beide sind an einem Bret befestigt, an dem sich zum Auffinden der senkrechten Stellung ein Loth befindet. Die Glasröhre oder das Bret hinter ihr ist auf eine dem Gebrauche des Instruments entsprechende Weise graduirt. An dem freien Ende des horizontalen Stücks befindet sich ein Mundstück von Zinn, an welches verschieden weite Kanülen angeschraubt werden können. Zur grösseren Bequemlichkeit kann hier auch noch ein elastischer Katheter angebracht seyn. Alles muss jedoch vollkommen schliessen. Das Lumen der Glasröhre darf nicht zu eng seyn, sonst geht durch Reibung und Adhäsion ein Theil der Druckkraft verloren. Bei dem von Valentin gebrauchten Blutkraftmesser betrug der Durchmesser des Lumens 8,1—8,8 Millimeter. Beim Gebrauch wird der horizontale Theil mit erwärmter kohlensaurer Natron-Lösung und das darauf folgende absteigende Stück sammt dem gleich grossen aufsteigenden mit Quecksilber gefüllt. Das kohlensaure Natron dient dazu, die Gerinnung des Blutes zu verhindern. Das Gefäss, in dem der Blutdruck bestimmt werden soll, wird an einer Stelle unterbunden und ein wenig davon entfernt mit den Fingern comprimirt. Das auf diese Art dem Blutzufluss entzogene Gefässstück wird geöffnet, das Ansatzstück des Hämadynamometers eingeführt, befestigt, und dann durch Aufhebung der Compression dem Blute der Eintritt gestattet. Die Höhe, bis zu welcher die Quecksilbersäule auf der einen Seite steigt, addirt zu der Tiefe, bis zu welcher sie auf der anderen fällt, bezeichnet den Blutdruck, wovon jedoch die

Schwere des an die Stelle des verdrängten Quecksilbers getretenen Natrons und Blutes abgezogen werden muss.

Die mit dem Hämadynamometer gemachten Versuche haben Folgendes ergeben:

1) Dass der hydrostatische Druck, unter welchem das Arterienblut strömt, bei den verschiedenen Säugthieren keineswegs sehr verschieden, sondern bei kleinen Thieren fast oder eben so gross ist, wie bei grösseren. Die aus verschiedenen Versuchen gezogene Mittelzahl des hydrostatischen Drucks war gleich einer Quecksilbersäule von 157 Millimeter.

2) Der hydrostatische Druck der Herzkraft ist in den grösseren Arterien fast überall ziemlich derselbe, sie mögen dem Herzen näher oder entfernter, etwas grösser oder kleiner seyn.

3) Vermehrung der Blutmasse durch Einspritzen von anderem Blut verändert den Blutdruck nicht.

4) Verminderung der Blutmasse, wenn sie in geringem Grade geschieht, verändert den Blutdruck ebenfalls nicht; ist die Verminderung aber bedeutend, so wird der Blutdruck dadurch herabgesetzt.

Aus der Grösse des am Hämadynamometer gefundenen hydrostatischen Blutdrucks findet man den hydrodynamischen oder absoluten Druck, unter welchem das Blut aus dem linken Ventrikel hervorströmt, oder die Druckkraft der linken Herzkammer, dadurch, dass man die gefundene hydrostatische Quecksilberhöhe mit dem Lumen des *ostium arteriosum* des linken Ventrikels multiplicirt und die erhaltene Flüssigkeitssäule dem Gewicht nach bestimmt. Der

auf diese Art gefundene absolute Blutdruck unmittelbar nach dem Austritt des Blutes aus dem Ventrikel verhielt sich nach Valentin im Durchschnitt zum Körpergewicht wie 1:50.

Es ist schon früher bemerkt worden, dass sich die Muskelmasse des linken Ventrikels zu der des rechten verhalte wie 2:1. Da aber die Contraction der Muskelfasern die Kraft bestimmt, welche das Blut in die Arterien treibt, so muss auch diese Kraft mit der Menge der Muskelfasern in Verhältniss stehen. Nimmt man nun an, dass das Lumen des *ostium arterios.* im rechten Ventrikel dieselbe Grösse hat, wie das im linken, so muss, wenn sich jede Herzhälfte mit einer der Menge ihrer Muskelfasern entsprechenden Energie zusammenzieht, nicht blos das absolute, sondern auch das hydrostatische Druckgewicht, mit welcher das Blut aus dem rechten Ventrikel strömt, grade halb so gross seyn, als bei dem linken. Haben wir daher für den linken Ventrikel $\frac{1}{50}$ des Körpergewichts, so erhalten wir für den rechten $\frac{1}{100}$, und beträgt der mittlere hydrostatische Druck in den Arterien des Körperkreislaufs 157 Millimeter Quecksilber, so würde er in den Lungenarterien unter jener Voraussetzung 78,5 Millim. betragen *).

Während der hydrostatische Druck in den verschiedenen Körperarterien derselbe ist, muss natürlich der absolute oder der hydrodynamische Druck, von welchem die Ausflussmenge und die Ausflussgeschwindigkeit zugleich abhängen, dem Lumen der einzelnen Arterien, oder was das-

*) Valentin, Physiol. §. 349.

selbe ist, dem Quadrate der Radien derselben proportional seyn. Valentin gibt hierüber folgende tabellarische Zusammenstellung, wobei zur Berechnung des absoluten Druckgewichts ein hydrostatisches Gewicht von 15,7 Centimeter Quecksilber zum Grunde gelegt wurde.

Arterien.	Peripherie des Lumen in Centimetern.	Radius des Lumen in Centimetern.	Querdurchschnitt des Lumen in Quadratcentimetern	Absoluter Druck des Blutes in Grammen.
1. Aorta dicht vor dem Durchgang durch das Zwergfell	4,300	0,6843663	1,471388	314,1245
2. Aorta in dem Niveau des Ursprungs der *art. coeliaca*	4,080	0,6493523	1,324678	282,8038
3. Aorta in dem Niveau des Ursprungs der *art. mesenterica superior* . .	4,000	0,63661973	1,273239	271,8221
4. Aorta in dem Niveau des Ursprungs der *art. renales*	3,900	0,6207043	1,210372	258,4009
5. Aorta dicht über der Theilung in die *arter. iliacae*	3,560	0,5665912	1,008533	215,3103
6. *Truncus anonimus* . .	3,125	0,4973592	0,777124	165,9070
7. *Carotis sinistra*	1,870	0,2976197	0,278275	59,4094
8. *Subclavia sinistra* . . .	1,550	0,2466901	0,191185	40,8158
9. *Coeliaca*	1,580	0,2514648	0,198657	42,4110
10. *Mesenterica superior*	1,560	0,2482817	0,193659	41,3441
11. *Renalis dextra*	1,745	0,2777253	0,242315	51,7315
12. *Renalis sinistra* . . .	1,700	0,2705634	0,229979	49,0979
13. *Iliaca dextra*	2,500	0,3978874	0,497359	106,1805
14. *Iliaca sinistra*	2,460	0,3915211	0,481571	102,8076
15. *Hypogastrica dextra*	1,600	0,2546479	0,203718	43,4915
16. *Cruralis dextra* unmittelbar nach dem Abgang der *hypogastr.* .	2,150	0,3421832	0,367847	78,5311
17. *Brachialis dextra* in der Ellenbuge	1,400	0,2228168	0,155972	33,2982
18. *Radialis dextra* an ihrem Ursprunge . . .	0,550	0,0857352	0,029611	5,1391
19. *Radialis dextra*, wo der Puls gefühlt wird.	0,610	0,0970845	0,009199	6,3215
20. *Spermatica*	0,34	0,054112		1,9639

Durch einfache Division der absoluten Druckgewichte mit dem Gewichte der ursprünglichen Herzkraft bestimmt Valentin aus vorstehender Tabelle ferner den Theil der ursprünglichen Herzkraft, mit welchem das Blut in den genannten Schlagadern strömt. Die ursrüngliche Herzkraft des linken Ventrikels wurde hierbei zu 1373,731 Gramm. angenommen *).

Arterien.	Absolutes Druckgewicht.	Bruchzahlen.	
Aorta an ihrem Ursprunge.	1373,731	1,000000	1
Aorta an ihrem Durchgange durch das Zwergfell.	314,1245	0,228665	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$
Aorta im Niveau der *art. coeliaca*	282,8038	0,205865	$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$
Aorta im Niveau der *art. mesenterica superior* . . .	271,8221	0,197871	$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$
Aorta im Niveau der *art. renales*	258,4609	0,188102	$\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$
Aorta über der Theilung in die *art. iliacae* . . .	215,3103	0,156734	$\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$
Trunc. anonymus	165,9070	0,120771	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{9}$
Carotis sinistra	59,4084	0,039806	$\frac{1}{25}$
Coeliaca	42,4110	0,028417	$\frac{1}{36}$ — $\frac{1}{35}$
Mesenterica superior	41,3441	0,030096	$\frac{1}{33}$ — $\frac{1}{34}$
Renalis dextra	51,7315	0,037658	$\frac{1}{26}$ — $\frac{1}{27}$
Renalis sinistra	49,0979	0,035741	$\frac{1}{28}$ — $\frac{1}{27}$
Iliaca dextra	106,1805	0,077294	$\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$
Iliaca sinistra	102,8076	0,074840	$\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$
Hypogastrica dextra	43,4915	0,031659	$\frac{1}{31}$ — $\frac{1}{32}$
Cruralis dextra	78,5311	0,057166	$\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{17}$
Brachialis dextra	33,2982	0,024239	$\frac{1}{42}$ — $\frac{1}{41}$
Radialis dextra am Ursprunge	5,1391	0,003741	$\frac{1}{250}$
Radialis dextra an der Pulsstelle	6,3215	0,004601	$\frac{1}{200}$
Spermatica	1,9639	0,001429	$\frac{1}{714}$ — $\frac{1}{715}$

Die vorstehenden Werthe gelten unter der Voraussetzung, dass der Reibungswiderstand so gering ist, dass er ohne erhebliche Folgen $=0$ gesetzt werden kann (?).

*) Das Nähere siehe a. a. O. S. 447 u. 444.

Während der Diastole muss der Blutdruck natürlich abnehmen, allein er kann nicht aufhören, wie dies schon aus den während der Diastole Statt findenden Verhältnissen von selbst hervorgeht. Alle Arterien sind von Blut beständig erfüllt. Zu diesem Blute kommt während der Systole eine der Capacität des Herzens entsprechende neue Blutmenge, wodurch einestheils die in den Arterien enthaltene Blutmenge fortgetrieben, anderentheils aber die elastischen Arterienwände ausgedehnt werden. In dem Moment der Diastole lässt dieser Druck nach. Nichtsdestoweniger wird aber das Blut nach dem empfangenen Stosse, dessen Wirkung jetzt durch die sich wieder verengernden Arterien unterstützt wird, folgen müssen, da ein Rückfluss durch die geschlossenen Semilunarklappen verhindert wird. Es muss daher das arterielle Blut auch während der Diastole in seiner centrifugalen Strömung fortfahren, wenn schon der Druck, unter welchem es steht, sich bedeutend gemindert hat. Die Quecksilbersäule des Hämadynamometers fällt daher im Moment der Diastole herab, aber fast nie um mehr als 5—10 Mm. Abstrahiren wir hierbei von mitwirkenden Nebenmomenten, z. B. der Trägheit der eingeschlossenen Blutmasse und dergl., und betrachten die 5—10 Mm. Unterschied als den ungeschmälerten Ausdruck des geringeren Blutdrucks während der Diastole, so haben wir im Durchschnitt eine hydrostatische Pression von $157 - 2 \times 7{,}5 = 142$ Millim. Quecksilber. Hat daher z. B. der Anfangstheil der Aorta im Moment der Systole der linken Kammer einen absoluten Druck von 1427,284 Grm., so wird dieser während der Diastole $\frac{1427{,}248 \times 142}{157} = 1290{,}922$ Grm. betragen. Gleicht

die absolute Druckkraft an dem *ost. arteriosum* im Moment der Systole im Durchschnitt ungefähr $\frac{1}{50}$ des Körpergewichts, so ergibt sich für den Moment der Diastole ungefähr $\frac{1}{55}$ oder genauer $\frac{1}{55,281}$. —

Was die Vergrösserung der Druckkraft des Blutes durch das Athmen betrifft, so fand Valentin nach Versuchen bei Hunden, dass die fast ruhige Ausathmung den centrifugalen hydrostatischen Druck des arteriellen Blutes um $\frac{1}{19}$ — $\frac{1}{15}$ seines ursprünglichen Werthes verstärkt. War ausser der Exspiration der centrifugale hydrostatische Druck des Blutes in der Carotis 150 Millimeter Quecksilber, so betrug er während der Exspiration 159—161 Mm. Uebrigens fand Valentin denselben hydrostatischen Respirationsdruck bei Säugthieren von sehr verschiedener Grösse. Es dürfte daher auch beim Menschen der centrifugale Druck des arteriellen Blutes durch das ruhige Ausathmen um $\frac{1}{19}$ — $\frac{1}{15}$ seines ursprünglichen Werthes verstärkt werden. Findet das Ausathmen mit einer gewissen Heftigkeit Statt, wie beim Schreien, bei körperlichen Anstrengungen u. dgl., so fand Valentin eine Verstärkung des centrifugalen hydrostatischen Drucks um $\frac{1}{7}$ — $\frac{2}{5}$ seiner ursprünglichen Grösse.

Was den Blutdruck in den Venen betrifft, so liess sich schon *a priori* annehmen, dass er geringer seyn würde, als in den Arterien, und angestellte Versuche haben diese Annahmen vollkommen bestätigt. Bei einem Hunde, dessen hydrostatischer centrifugaler Blutdruck in der rechten Carotis 151 Millimeter Quecksilber betrug, fand Valentin in der rechten Jugularvene eine Schwankung von 8—25 Millimeter, mithin ein Mittel von 16,5 Millimeter Quecksil-

ber. Nun betrug der Druck der Auflösung des kohlensauren Natrons 10 Mm. Es glich daher der mittlere centrifugale hydrostatische Druck 2 X 6,5 = 13 Millimeter, oder 0,08609 oder $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{15}$ des centrifugalen hydrostatischen Druckes in der Arterie. Aehnliche Resultate erhielt Magendie. Er erhielt nach Abzug des Werthes der Natronlösung für die äussere Jugularvene des Hundes eine Schwankung von 7—8 Mm. Quecksilber, mithin einen durchschnittlichen centrifugalen hydrostatischen Druck von 15 Mm. oder ungefähr $\frac{1}{10}$ des Arteriendrucks, woraus zugleich folgt, dass das Blut auf seinem Wege von der Carotis durch die Capillargefässe zur *ven. jugularis externa* ungefähr $\frac{9}{10}$—$\frac{11}{12}$ seiner hydrostatischen Druckkraft oder $\frac{54—55}{60}$ derselben verliert. Der durch Rechnung gefundene absolute centrifugale Blutdruck betrug in dem Versuch von Valentin in der Carotis 40,3164 Grm. und der absolute centrifugale Blutdruck in der Jugularvene 6,7683 Grm. Es verhielt sich also der centrifugale absolute Blutdruck in der Carotis zu dem centripetalen in der äusseren Jugularvene gleich 40,3164 : 6,7683 = 5,95660 : 1. Der Querschnitt des Lumens der Vene übertraf den der Arterie um 0,135484 Quadr. Centimeter, und doch war der centripetale Druck des in der Jugularvene strömenden Blutes ungefähr 6 Mal so schwach, als der centrifugale in der Arterie. Es war demnach durch die peripherische Verbreitung und andere die Widerstandshöhen vergrössernde Momente $\frac{5}{6}$ des Ventrikulardrucks verloren gegangen.

In den Venen ist nicht, wie in den grösseren Arterien,

der hydrostatische Druck überall fast derselbe. Die zahlreichen Anastomosen, in welchen die Venen mit einander stehen, und die Dehnbarkeit ihrer Wände erlauben dem Blute eine mannichfaltigere Art der Vertheilung. Findet sich das Blut daher in einer Vene gehemmt, so kann es leicht durch andere abfliessen, was aber dann unter einem verstärkten Blutdruck geschehen muss. So stieg z. B. bei einem Hunde das Hämadynamometer, welches in der rechten äusseren Jugularvene nach Abzug des Werthes der Natronlösung zwischen 5—7 Millim. schwankte, durch die Unterbindung der linken äusseren Jugularvene auf 10—15 Millim. Eine constante Verschiedenheit des Blutdrucks in den Venen wird bedingt durch ihre Grösse, ihre peripherische Verbreitung und den Widerstand, den das Blut in den Capillaren erfährt. Kleinere, von dem Herzen entferntere Venen, die überdies einem geringeren oder einfacheren peripherischen Verbreitungsbezirk entsprechen, geben im Allgemeinen eine grössere hydrostatische Druckkraft an, als solche, die grösser, dem Herzen näher und von einem ausgedehnteren peripherischen Verbreitungsbezirk sind. Während in der linken Jugularvene eines Hundes sich im Mittel ein hydrostatischer Druck von 14 Millimeter Quecksilber zeigte, fand sich in der Schenkelvene desselben im Mittel ein hydrostatischer Druck von 85 Millimeter Quecksilber. Der letztere verhielt sich also zum ersteren gleich 85:14 = 6,07143:1, das heisst: der centripetale hydrostatische Druck in der Schenkelvene war noch 6mal so stark, als der analoge Druck in der äusseren Jugularvene.

Einen mit dem Hämadynamometer nachweisbaren Ein-

fluss auf die Bewegung des Venenblutes hat ferner die Erweiterung des Herzens, was Valentin die Herzaspiration nennt; doch hält er dieselbe keineswegs für einen activen Vorgang. Da die ganze Blutsäule ein Continuum bildet, sagt er, so muss ein Fortrücken derselben an einer Stelle ein Nachrücken aller folgenden bedingen, vorausgesetzt, dass der gesammte von den Gefässwänden umschlossene Rauminhalt derselbe bleibt, was nicht ganz der Fall ist. In dem Moment, wo sich daher das Venenblut in die erweiterten Vorhöfe ergiesst, wird dies ein Nachrücken der ganzen Blutsäule um ein entsprechendes Quantum zur Folge haben. Sobald sich aber die Vorhöfe zusammenziehen, wird die fortrückende Blutsäule abgeschlossen. Der Blutstrom steht dann, abgesehen von anderen Momenten, unter dem Druck, welcher von dem Blute der Arterien und der Capillaren aus auf das Venenblut wirkt. Hieraus folgt, (?) dass in den grösseren Venen, trotz des continuirlichen Blutlaufes in den Capillaren und kleineren Venen, ein Schwanken der Blutsäule eintritt, so dass sie im Moment der Diastole eine verstärkte, im Moment der Systole aber eine verminderte Bewegung darbietet. Das Hämadynamometer zeigt daher ein entsprechendes Steigen und Fallen der Quecksilbersäule. Die Grösse dieser Oscillation betrug bei einem Hunde in der *ven. jugularis extern.* im Maximum 17 Millimeter und in der *ven. cruralis*, nahe am Schenkelbogen, 15 Millimeter Quecksilber.

Der durch das Einathmen, oder die Athmungsaspiration, wie Valentin sagt, verstärkte centripetale Blutdruck in den Venen ist nicht so gross, als der centrifu-

gale Exspirationsdruck in den Arterien. Wegen mannichfaltiger Nebenumstände ist es aber schwierig, hier sichere Zahlen zu erhalten. Von besonderer Wichtigkeit für den durch das Athmen verstärkten Blutumlauf sind die Venenklappen. Fehlten sie, so würde die Respiration dem Blutumlauf eher hinderlich als förderlich sein. Denn wenn auch das Blut im Moment der Einathmung mit einer verhältnissmässig bedeutenden Kraft centripetal aspirirt würde, so müsste es doch bei dem darauf folgenden Ausathmen wieder mit einer noch bedeutenderen Druckgrösse centrifugal zurückgestossen werden. Dadurch aber, dass die Venenklappen den centrifugalen Stoss auffangen, geniesst das Venenblut nur des Vortheils und ist des möglichen Nachtheils, welchen die Respiration bringen könnte, enthoben. Aber nicht nur die Inspiration, sondern auch die Exspiration muss den centripetalen Lauf des Venenblutes fördern. Denn da sich die Druckkraft des arteriellen Blutes auch bis in die Venen hinein fortpflanzt, das Arterienblut aber bei jeder Exspiration unter einem vermehrten Druck strömt, so muss die verstärkte centrifugale Strömung in den Arterien auch eine beschleunigte centripetale Strömung in den Venen zur Folge haben *).

Einnahme und Ausgabe von Stoffen durch die Gefässe.

Der letzte Zweck der Gefässe und des in ihnen bewegten Blutes ist die Ausgabe und Einnahme von Stoffen. Die

*) Valentin a. a. O. S. 500.

Ausgabe bezieht sich auf die Ernährung und die Absonderung, die Einnahme auf die Blutbildung und die Wegführung von Stoffen, die an einem anderen Ort entweder ganz ausgeschieden werden, oder eine Umwandlung erleiden sollen. Bei der Ernährung werden die ausgeschiedenen Stoffe in die Substanz des organischen Theils umgewandelt, dem sie übergeben wurden; bei der Absonderung werden Stoffe an freien Flächen, die sich zur Form von Kanälen an einander gelegt haben, abgesetzt, fliessen dann in den Kanälen fort, erleiden dabei manche Veränderung und sammeln sich zuletzt in einem gemeinschaftlichen Behälter, der sie ausführt. Die Aufnahme von Stoffen in's Blut geschieht theils unmittelbar durch den *duct. thorac.*, theils mittelbar, wie die Ausgabe, durch die Gefässwände, und heisst dann Resorption, Absorption, Aufsaugung oder Einsaugung. Alles, was in die organische Materie unseres Körpers eingehen oder aus derselben austreten will, muss den Blutkreis passiren. Diese Passage kann aber nicht überall Statt finden. Nur das Capillargefässsystem ist darauf angewiesen. Der verlangsamte Blutumlauf in den Capillaren und die Dünnheit ihrer Wände machen sie vor allen anderen Stellen der Gefässe zu einem solchen Geschäft geschickt. Der arteriellen Seite der Capillaren schreibt man vorzugsweise die Ausgabe, der venösen Seite die Einnahme zu. Ehe wir jedoch diesen Vorgang näher erörtern und die Erklärungsweisen mittheilen, welche man darüber versucht hat, wird es zweckmässig sein, einige Thatsachen aufzuführen, welche überhaupt die Ausgabe und Einnahme von Stoffen vermittelst der Gefässe unzweifelhaft nachweisen.

Einen Beleg hierzu finden wir schon ohne Experiment im Fruchtleben. Die Frucht wird erhalten mit Hülfe des mütterlichen Blutes. Nirgends aber geht dasselbe unmittelbar zur Frucht über. Die Gefässe der Frucht und der Mutter sind vollständig von einander getrennt. Nach Weber verbreiten sich aber in der Placenta die feinsten Gefässe der Frucht an Zotten, die in weite dünnwandige Venen der Mutter eingesenkt sind, so dass sie rings von diesen umhüllt werden. Hier nun findet zwischen beiden Gefässen ein Austausch von Stoffen Statt. Die mütterlichen Gefässe geben durch ihre Wände nahrungsfähige Stoffe ab und die kindlichen nehmen solche ein. — Füttert man junge Thiere mit Krapp, so färben sich nach einiger Zeit ihre Knochen roth. Also auch hier ist der mit der Nahrung aufgenommene Krapp in's Blut gelangt und später in den Knochen wieder ausgeschieden worden. Füttert man Enten mit Fischen, so werden ihre weissen Federn ebenfalls röthlich. Hanfsamen macht die Farbe von Stieglitzen dunkler. Zobel werden in Tannenwäldern schwarz und in Pappelwäldern bläulich. Fischnahrung macht das Fleisch der Gänse thranig. Die Hunde der Südseeinseln bekommen ein geniessbares Fleisch, indem sie mit Waizen gefüttert werden. Der Genuss von Drosseln erregt uns Diarrhöe, wenn sie sich von Kreuzdornbeeren genährt haben. Nach dem reichlichen Genuss von Branntwein findet sich im Gehirn ein unzweideutiger Geruch desselben. Der Genuss von Terpenthin ertheilt dem Urin einen Geruch nach Veilchen u. s. w. Da in diesen Fällen auch die Aufnahme durch die Lymphgefässe denkbar ist, so sind folgende um so entscheidender.

Westrumb *) spritzte einem Hunde blausaures Kali (ʒβ) mit Wasser (℥jj) in den Magen. Schon nach 2 Minuten färbte sich der aus den durchschnittenen Ureteren aufgefangene Harn mit schwefelsaurem Eisen blau. Bei der Section liess sich sowohl im Blute, als in den verschiedensten Organen blausaures Kali nachweisen, aber nicht in dem Lymphsystem. In ähnlichen zahlreichen Versuchen wandte Westrumb ausser blausaurem Kali auch schwefelblausaures Kali, essigsaures Blei und einen wässerigen Auszug von Rhabarber an. Immer liessen sich diese Materien, nachdem sie dem Magen einverleibt worden waren, im Harn entdecken, und bei der Section im Blute, nie aber im Lymphsystem. Nur in einem einzigen Fall **), wo die Section nicht gleich nach dem Tode angestellt wurde, schien schwefelblausaures Kali auch in den Chylus übergegangen zu seyn. Da jedoch dieses bei mehrmals wiederholtem Versuch nicht wieder vorkam, so ist darauf kein grosses Gewicht zu legen. War wirklich in jenem Fall schwefelblausaures Kali in den Chylus übergegangen, so konnte es entweder aus den Blutgefässen in die Chylusgänge abgesondert worden seyn oder es war auch vielleicht erst nach dem Tode durch Endosmose in den Chylus gelangt. Magendie, Flandrin, Segalas, Mayer, Tiedemann und Gmelin, Emmert, Jacobson, Stehberger u. A. m. haben ebenfalls Versuche bekannt gemacht, welche beweisen, dass in den Darmkanal gelangte Stoffe unmittelbar in's Blut über-

*) Meckel's deutsches Archiv f. d. Physiologie Bd. 7. S. 540. Elfter Versuch.

**) a. a. O. Versuch 16.

gehen können, und, je nach den Umständen, in diesem oder jenem Absonderungsorgan wieder ausgeschieden werden. Früher, als die Lymphgefässe erst eben entdeckt worden waren, und selbst noch lange Zeit nachher, glaubte man ihnen allein die Aufnahme von Stoffen zuschreiben zu müssen. Dieser Ansicht stand jedoch schon damals der Einwurf entgegen, dass es Theile gibt, in denen sich trotz der sorgfältigsten Untersuchung keine Lymphgefässe entdecken lassen, und dass dennoch in solchen Theilen Stoffe resorbirt werden. Jetzt, wo man sich durch zahlreiche Experimente überzeugt hat, dass den Blutgefässen keineswegs die Fähigkeit abgesprochen werden kann, Stoffe aufzunehmen, und dass der Inhalt des Lymphsystems ein sehr bestimmter und sich gleichbleibender ist, in dem sich nur ausnahmsweise Spuren von den vielen Stoffen entdecken lassen, die mit Leichtigkeit in's Blut gelangen, ist man geneigt, dem Blutgefässsystem eine uneingeschränkte, dem Lymphsystem aber eine beschränkte Resorptionsfähigkeit zuzugestehen. Ich habe jedoch schon an einem anderen Ort *) darauf hingewiesen, dass, wenn man Chylus und Lymphe als eine Absonderung aus dem Blute betrachten will, mithin annimmt, dass alle Stoffe zunächst in die Blutgefässe gelangen, die Resorption der Lymphgefässe durchaus nicht bewiesen werden kann. Diese Ansicht wird besonders dadurch unterstützt, dass in allen den Fällen, wo sich dem Organismus an irgend einer Stelle einverleibte Stoffe im Chylus oder der Lymphe wiederfinden, man sie

*) Haeser's Archiv f. d. ges. Medic. Bd IV. S. 98.

immer auch im Blute, und zwar weit früher auffinden konnte. Auch ist wahrer Chylus und wahre Lymphe nur innerhalb des Lymphsystems, und weil dieses in das Blutgefässsystem mündet, zum Theil auch im Blute vorhanden, sonst aber nirgends, kann also schon darum kein aufgesaugtes Produkt seyn. Wir werden später noch, wo von der Blutbereitung die Rede ist, darauf zurückkommen. Betrachten wir demnach das Gefässsystem als das alleinige Mittel, wodurch sowohl Stoffe eingenommen als ausgegeben werden, so fragt es sich: wie findet dieser Vorgang Statt? Ist er ein dem organischen Leben eigenthümlicher, beruht er auf Kräften, die ausserhalb des Organismus nicht vorkommen, oder lässt er sich auf chemische und physikalische Gesetze zurückführen?

Sollen durch thierische Häute Materien aus- oder eintreten, so setzt dieses vor allen Dingen voraus, dass jene durchdringbar sind, oder mit anderen Worten, dass sie Poren besitzen. Da solche aber bis jetzt noch Niemand gesehen hat, so müssen sie unmerklich klein seyn. Doch sollte man glauben, dass sie bisweilen sichtbar sein müssten, ja selbst die Grösse von Blutkörperchen erreichen. Bei der Menstruation werden ganze Blutkörperchen ausgeschieden *). Diese können nicht aus den Capillaren austreten, wenn die Poren ihrer Wände sich nicht erweitern, oder diese selbst zerreissen. Früher glaubte man auch, dass Eiter durch die Gefässwände in's Blut gelangen könne. Von den flüssigen Theilen des Eiters ist dieses mög-

*) J. Müller's Physiol. 4te Aufl. Bd. 1. S. 201.

lich; die Eiterkörperchen aber sind viel zu gross, als dass sie bei unverletzten Gefässen in's Blut gelangen könnten. Nach Valentin *) hat es aber selbst bei verletzten Gefässen seine Schwierigkeiten. Findet sich Eiter im Blute, so ist er fast in allen Fällen erst innerhalb der Gefässe selbst entstanden. Auch viele mit Wasser angeriebene Pflanzenfarbstoffe werden aus demselben Grunde wie die Eiterkörperchen von den Blutgefässen nicht aufgenommen. Diese Stoffe werden nämlich im Wasser nur fein zertheilt, aber nicht, wie z. B. Zucker, aufgelöst. Bringt man eine scheinbare Auflösung dieser Stoffe in Wasser unter das Mikroskop, so sieht man neben einer klaren Flüssigkeit eine Menge feiner Körnchen von verschiedener Grösse, die jedenfalls gross genug sind, um von den unsichtbaren Poren der Gefässwände nicht durchgelassen zu werden. Die meisten Farbestoffe sind aber in Säuren und Alkalien mehr oder weniger löslich, manche, wie z. B. Krapp, auch in Eiweiss, und solche Lösungen können unzweifelhaft aufgenommen werden.

Die Durchdringbarkeit oder Porosität thierischer Membranen ist aber nicht unter allen Umständen dieselbe, sie scheint vielmehr im Tode mehr als im Leben vorhanden zu seyn. Manche Höhlen, die während des Lebens fast ganz leer sind, wie die Hirnhöhlen, die Rückenmarkshöhle, der Herzbeutel u. s. w., füllen sich nach dem Tode mehr oder weniger mit Flüssigkeiten, wobei die nach dem Tode eintretende Anhäufung des Blutes in den Venen mitwirken mag.

*) Physiologie I. S. 364.

Während des Lebens tritt Gallenfarbstoff wenig oder gar nicht durch die Gallenblase hindurch, einige Zeit nach dem Tode finden wir häufig die ganze umliegende Partie gelb gefärbt.

Die Permeabilität todter thierischer Membranen wurde zuerst von Parrot *) näher untersucht. Dass thierische Theile sich mit Flüssigkeiten tränken können und dass diese wie in Capillarröhren darin in die Höhe steigen, war eine alte Erfahrung, allein die aufgenommenen Flüssigkeiten fliessen nicht wieder aus, und darauf kam es grade an. Damit dieses geschehe, muss der vollgesaugte Körper entweder gedrückt werden oder es müssen andere Kräfte dabei in's Spiel kommen. Hierüber gaben nun die von Parrot angestellten Versuche Aufschluss. Als er eine mit Urin gefüllte Blase 24 Stunden in Wasser hing, nahm das Gewicht des Urins innerhalb dieser Zeit um 0,142 zu. Dieselbe Blase, mit Wasser gefüllt und in Urin gehängt, nahm dagegen um 0,09 an Gewicht ab. Befand sich aber innerhalb und ausserhalb der Blase Wasser, so blieb ihr Gewicht unverändert. Aehnliche Versuche sind seitdem von Fischer, Dutrochet, Magnus, Poisson, Magendie, Kürschner u. A. angestellt worden. Alle haben zu dem Resultat geführt, dass verschiedene Gase und tropfbare Flüssigkeiten durch thierische Membranen hindurch sich in das Gleichgewicht der Vertheilung setzen. Dutrochet machte zuerst darauf aufmerksam, dass diese Vertheilung unter einem doppelten Strome erfolge, d. h. dass wechsel-

*) Ueber den Einfluss der Physik und Chemie auf die Arzneikunde. Dorpat, 1802. Leipzig, 1807.

seitig, sowohl von der einen wie von der anderen Seite her, etwas abgetreten wird. Den austretenden Strom nannte er Exosmose und den eintretenden Endosmose. Straus hat für diese schlecht gebildeten Worte die Namen Exothese und Esothese vorgeschlagen und zur Bezeichnung der Erscheinung im Allgemeinen das Wort Autothesis. Es würde jedoch eine falsche Vorstellung erwecken, wenn man sich bei diesem Vorgang zwei gesonderte Ströme denken wollte. Das Wahre an der Sache ist, dass die Vertheilung in zwei verschiedenen Richtungen erfolgt.

Um sich davon zu überzeugen, dass die Vertheilung in einer doppelten Richtung erfolgt, bedient man sich am besten gefärbter Flüssigkeiten, oder solcher, die durch Reagentien leicht nachzuweisen sind, wie z. B. einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. Man giesst diese in ein Glas, bindet es mit einer Blase zu und legt das zugebundene Ende in ein anderes Gefäss mit Wasser. Es wird dann Wasser durch die Blase hindurch in das Glas geleitet und die darin enthaltene blaue Flüssigkeit steigt (Endosmose). Zugleich dringt aber auch Kupferlösung heraus und färbt das Wasser blau (Exosmose). Auch lässt sich mit Hülfe von Ferrocyankalium das ausgetretene Kupfer erkennen, ehe es durch seine blaue Farbe bemerkbar wird.

Das bis jetzt über die Gesetze und Bedingungen, unter welchen Endosmose und Exosmose Statt finden, bekannt Gewordene lässt sich im Allgemeinen auf folgende Sätze zurückführen:

1) Die dabei in Betracht kommenden Körper müssen vollkommen flüssig oder aufgelöst seyn, und in die-

sem Zustande auch verharren. Daher sind die meisten Pflanzenfarbstoffe dazu ungeeignet, weil sie sich entweder nicht wirklich auflösen, oder leicht wieder unlöslich werden. Dasselbe gilt von manchen Metallsalzen, wie Gold-, Silber-, Zinnsalze, die mit der angewandten thierischen Membran Verbindungen eingehen, die sich auch im Ueberschuss des angewandten Fluidums nicht wieder auflösen und zugleich die Capillarität der Membran vernichten. Ferner gehören hierher Flüssigkeiten, die durch doppelte Wahlverwandtschaft unlösliche Niederschläge bilden. Sie schlagen sich in oder an der Membran nieder und von einer Endosmose und Exosmose kann nicht weiter die Rede seyn.

2) Die beiden Flüssigkeiten müssen verschieden seyn. Da der ganze Vorgang auf einem Streben nach Ausgleichung beruht, so kann natürlich bei Flüssigkeiten, die schon in jeder Beziehung gleich sind, nichts der Art vorkommen. Die Verschiedenheit ist bei gleichem Volumen entweder qualitativ oder quantitativ. Es kann demnach die eine Flüssigkeit einen Körper enthalten, von dem die andere entweder gar nichts oder nur weniger enthält, oder beide Flüssigkeiten enthalten durchaus verschiedene Körper.

3) Die Ausgleichung verschiedener Flüssigkeit durch thierische Membranen findet nur bei solchen Statt, welche von Haarröhrchen angezogen werden. Daher nicht bei öligen und fetten Flüssigkeiten, es sey denn dass die Attraction der angewandten Flüssigkeiten die Capillardepression überwindet.

4) Die Schnelligkeit, mit welcher die thierische Membran durchdrungen und die Flüssigkeiten in's Gleich-

gewicht der Vertheilung gesetzt werden, hängt, abgesehen von anderen Momenten, theils von der dabei angewandten Flüssigkeit, theils von der Dicke und Beschaffenheit der Membran ab.

Von allen Flüssigkeiten geht Wasser am schnellsten durch, und andere Flüssigkeiten, wenn sie nicht eine besondere Wirkung auf die Substanz der Membran ausüben, um so schneller, je flüssiger und flüchtiger sie sind. Daher Aether schneller als Weingeist, dieser schneller als Salzlösungen, und letztere schneller als viscide Gummi- und Eiweisslösungen.

Die Vertheilung geschieht ferner um so schneller, je dünner die Membran ist. J. Müller spannte die Urinblase eines Frosches über die Oeffnung eines sehr dünnen Gläschens, in das er zuvor etwas blausaures Kali gethan hatte. Hierauf bestrich er die Aussenfläche der Urinblase mit etwas salzsaurem Eisenoxyd und drehte das Gläschen um. Kaum hatte das darin befindliche blausaure Kali die innere Fläche der Urinblase berührt, so zeigte sich auch ein blauer Fleck. Die dazu erforderliche Zeit überstieg nicht eine Secunde. Hieraus folgt, dass Membranen von der Dicke der Urinblase eines Frosches innerhalb einer Secunde von aufgelösten Stoffen durchdrungen werden können.

5) Endlich hat man auch noch als ein besonderes Gesetz aufgestellt, dass von den beiden Flüssigkeiten der Strom der dünneren zu der concentrirteren immer der stärkere sey. Wir haben jedoch schon oben erwähnt, dass von zwei verschiedenen Strömen nicht die Rede seyn kann,

sondern nur von einem Tausch, und es ist keineswegs richtig, wenn man behauptet, es müsse dem Volumen nach von der dünneren Lösung immer mehr zu der dichteren übergehen, als umgekehrt, obwohl in der Mehrzahl der Fälle dieses der Fall ist. Worauf es eigentlich beruht, dass verschiedene Flüssigkeiten so oft ungleiche Volumina und Gewichtstheile gegen einander austauschen, ist noch nicht genügend erklärt. Nach Magnus und Poisson ist die Attraction zwischen den Theilchen einer Salzlösung zusammengesetzt aus den gegenseitigen Attractionen des Wassers und des Salzes und aus der Attraction der homogenen Theile des Wassers für sich und des Salzes für sich. Diese vereinte Attraction ist grösser als die der Wasserpartikelchen.

Nachdem wir die Erscheinungen und Bedingungen der Endosmose und Exosmose näher kennen gelernt haben, so fragt sich, findet etwas Aehnliches in unserem Körper Statt? Diese Frage kann unbedingt bejaht werden. Die Ausgabe von Kohlensäure in den Lungen und die Aufnahme von Sauerstoff aus der eingeathmeten Luft lässt sich ganz hierauf zurückführen. Die Aufnahme und Ausscheidung mancher fremdartigen Körper lässt sich gewiss ebenfalls aus Endosmose und Exosmose erklären. So wird blausaures Kali, im Magen aufgenommen, mit dem Blute verbreitet, und geht von diesem wieder in die verschiedensten Gewebe und Absonderungen über. In der Gelbsucht werden auf gleiche Weise fast sämmtliche Organe und Absonderungen von dem im Blute verbreiteten gelben Farbestoff gefärbt. Auch der rasche Uebergang

von genossenem Wasser in's Blut mag hierher zu rechnen seyn. Eine andere Frage ist aber die, ob sich alle Einnahmen und Ausgaben der Gefässe auf Endosmose und Exosmose zurückführen lassen. Dieses muss durchaus verneint werden. Die specifischen Drüsensecrete lassen sich nicht darauf zurückführen. Der Austritt von eiweissstoffigen Flüssigkeiten in Wassersuchten und von faserstoffhaltigen in Entzündungen muss auf einem besonderen organischen Grunde beruhen, denn nach physikalischen Gesetzen würde das Eine so gut, wie das Andere austreten können. Eben so ist das Verschwinden concentrirter Lösungen in Höhlen, z. B. die Aufsaugung von Blutwasser, ferner die Aufnahme des mit den Speisen genossenen Fettes und die Resorption concentrirter Eiweisslösungen aus physikalischen Gesetzen nicht wohl erklärbar.

B.

Organe für die Erhaltung der Individualität in der Zeit.

Die Erhaltung der organischen Theile in der Zeit, oder ihre Wiedererzeugung, müssen wir zwar hauptsächlich, wie schon früher erwähnt wurde, ihnen selbst zuschreiben; doch gibt es ein Organ, welches ihnen dazu nicht nur den Stoff abtritt, sondern sie auch bei diesem Vorgange durch eine eigene, leider noch nicht näher gekannte Thätigkeit unterstützt, und welches ausserdem excentrische Reize für gewisse Functionen enthält, die mit der zeitlichen Erhaltung im innigsten Zusammenhange stehen. Dieses ist das Blut. Da wir jedoch unter Organ, wie früher erörtert wurde, etwas bestimmt Begrenztes und Geformtes verstehen, das Blut

aber als etwas Flüssiges ohne bestimmte Grenzen erscheint, so dürfte es vielleicht Anstoss erregen, wenn wir das Blut mit dem Namen eines Organs belegen. Allein das Blut ist keineswegs ein so völlig gleichartiger und gestaltloser Stoff, als es bei einer oberflächlichen Betrachtung scheint. Das Blut enthält Theile von einer ganz bestimmten Gestalt, die Blutkörperchen, und ist auch die Flüssigkeit, in der sie schwimmen, eben weil es eine Flüssigkeit ist, etwas räumlich Unbestimmtes, so zeigt doch ihre Mischung Verhältnisse, welche, ohne dem Organismus zu schaden, nicht beliebig verändert werden können.

Es scheint ferner mit dem Begriff eines Organs unverträglich, dass es den Ort seines Wirkungskreises wechsele, und wir haben gehört, dass das Blut in einem beständigen Kreislaufe begriffen ist. Allein wenn das Blut auch im Einzelnen seinen Wirkungskreis ändert, so verlässt es doch in seiner Gesammtheit diesen keineswegs und der Wirkungskreis des Blutes im Ganzen ist ein eben so bestimmter, wie bei irgend einem anderen Organe.

Die theilweise Flüssigkeit des Blutes und sein beständiger Umlauf sind aber für die Bestimmung desselben durchaus nothwendig. Jeder Theil des individuellen Daseyns kann sich nur aus einem räumlich unbestimmten, aber bestimmbaren Stoff, d. h. aus einem Flüssigen entwickeln. Erhalten sich nun alle Theile des Organismus aus dem Blute, so muss dasselbe nothwendig auch flüssig seyn. Zugleich muss diese Flüssigkeit aber auch beständig fortrücken, damit nicht irgendwo eine Lücke entstehe, sondern jeder verbrauchte Theil durch neue nachfolgende

gleich wieder ersetzt werde. Auf den ersten Blick erscheint der Umlauf des Blutes zu diesem Zweck aber viel zu schnell; und in der That würde die grosse Geschwindigkeit, mit der das Blut in den stärkeren Gefässen fortfliesst, zur Ernährung der Theile wenig geeignet seyn; allein die Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz findet hier gar nicht Statt, sondern im Capillarsystem. In diesem aber ist der Blutumlauf keineswegs zu schnell. Das Blut fliesst hier, wie erwähnt wurde, vielmehr so langsam, dass sein Fortgang gar nicht bemerkt werden würde, wären die Blutkörperchen gross genug, um mit blossen Augen gesehen zu werden. Insbesondere rücken aber diejenigen Theile des Blutes langsam fort, welche den Gefässwänden zunächst liegen, mithin durch ihre Lage am meisten geeignet sind, auszutreten. Der Wiederersatz der verbrauchten Theile bedingt jedoch die Geschwindigkeit, mit der das Blut in den Capillaren fortrückt, nicht allein. Verlangsamt sich nämlich in krankhaften Zuständen der Blutumlauf mehr als gewöhnlich, so sind die austretenden Stoffe sowohl quantitativ, als qualitativ sehr von denen verschieden, die normaler Weise vom Blute abgegeben werden. Es scheint demnach, dass die Geschwindigkeit des Blutumlaufs auch nicht zu langsam seyn darf, sondern vielmehr ein ganz bestimmtes Maass inne halten muss, wenn die Ernährung ungestört von Statten gehen soll.

Das Blut, obwohl der Wiedererzeugung der anderen Organe dienend, muss sich doch selbst ebenfalls wiedererzeugen und entwickeln, und überdies die durch beständige Aufnahme und Abgabe von Stoffen abgeänderte Mischung

innerhalb gewisser Grenzen erhalten. Das Blut dient daher nicht nur dem Gesammtorganismus zur Erhaltung, sondern dieser muss auch wieder zur Erhaltung des Blutes und seiner Mischung beitragen. Wir wollen daher im Folgenden zunächst das Blut betrachten, wie es sich uns als fertiges Gebilde und als fähig zur Erhaltung des übrigen Organismus darstellt, hierauf die Vorbereitung zur Blutbildung aus der aufgenommenen Nahrung, wozu bekanntlich die Verdauungsorgane dienen, dann die Blutbildung selbst, worauf sich die Thätigknit des Lymphsystems und der Blutgefässdrüsen bezieht, und endlich die Erhaltung der Blutmischung, an welcher Haut, Lunge, Leber und Nieren Antheil haben. Schliesslich wollen wir dann noch einige Bemerkungen über die Regeneration im Besonderen und die Wärmebildung machen.

Vom Blute.

1. Das fertig gebildete Blut.

I. Mikroskopische, mechanische und physiologische Untersuchung desselben.

Das Blut macht, wie S. 250 erwähnt wurde, etwa den vierten Theil des ganzen Körpergewichts aus. Doch sollen magere Menschen relativ mehr Blut besitzen als fette. Es ist aber schwierig, über diesen Punct zu ganz sicheren Resultaten zu kommen. Die von verschiedenen Beobachtern und auf verschiedenen Wegen gemachten Angaben über die Blutmenge stimmen sehr wenig überein. Von allen Anderen dürften jedoch Valentin's Angaben den Vorzug verdienen*), der eben die Blutmenge auf $\frac{1}{4}$ des Körpergewichts schätzt.

*) Vergleiche hierüber S. 248.

Das frisch aus der Ader eines Menschen gelassene Blut ist eine unklare, dicke, rothe Flüssigkeit, von 1,0527 — 1,057 spec. Gewicht bei 15° R., salzigem Geschmack, eigenthümlichem Geruch und schwach alkalischer Reaction, welche nach Enderlin*) vorzüglich von dreibasisch phosphorsaurem Natron herrührt. Beim Menschen, den Säugthieren und den Vögeln ist das Blut im Vergleich zu dem anderer Thiere warm. Seine Temperatur beträgt bei dem ersteren und den Säugthieren im Durchschnitt 29—31° R. Bei den Vögeln ist die Temperatur des Blutes um einige Grade höher. Auch hat man das hellere arterielle Blut, oder das von den Lungen in das linke Herz und von da in den Körper strömende Blut in der Regel um einige Grade wärmer gefunden, als das dunklere venöse Blut, oder das, welches aus dem Körper zu dem rechten Herzen und von da in die Lungen strömt. Eben so bemerkt man an frisch entleertem venösem Blute in dem Moment, wo es durch den Zutritt des Sauerstoffs der Luft sich heller färbt, eine Temperaturzunahme von 1—2 Grad.

Untersucht man frisches menschliches Blut, gleichviel ob arterielles oder venöses, mit dem Mikroskop, so unterscheidet man an demselben eine klare, etwas gelblich gefärbte Flüssigkeit und eine unzählige Menge kleiner Körperchen, die, in Masse gesehen, roth erscheinen. Ausser diesen Körperchen kommen aber auch noch hin und wieder andere viel kleinere, vollkommen farblose vor, und ausser diesen noch weit kleinere von fast unmessbarer Grösse. Die

*) Annal. der Chem. und Pharm. von J. Liebig und F. Wöhler Bd. 49. S. 320.

ersten sind die eigentlichen Blutkörperchen, die zweiten wahrscheinlich Lymphkörperchen und die dritten vielleicht sehr feine Fettpartikelchen; wir wollen sie Elementarkörner nennen.

Das frische Blut oder das Blut, wie es in den Gefässen circulirt, besteht demnach theilweise aus Körperchen, theilweise aus einer Flüssigkeit.

Die Körperchen des Blutes.

1) Die rothen Blutkörperchen. Werden vorzugsweise auch blos Blutkörperchen, *corpuscula sanguinis*, genannt. Sie machen nach Lecanu ungefähr 12 $\frac{0}{0}$ des Blutes aus. Nach Denis beträgt ihre Menge bei Männern 11,05 — 18,6, im Mittel 14,9 und bei Weibern 7,14 — 16,71, im Mittel 12,77 $\frac{0}{0}$. Wahrscheinlich sind diese Angaben jedoch zu gering. Ihre Menge mit Sicherheit zu bestimmen, fehlt es leider noch an Mitteln. Nach Prevost, Dumas, Wedemeyer, Denis und Pallas soll das venöse Blut weniger Blutkörperchen enthalten als das arterielle.

Die Blutkörperchen wurden zuerst von Leeuwenhoek als dem Blut eigenthümliche Gebilde erkannt. Sie sind beim Menschen kreisrund und scheibenförmig. Die Ränder der Scheiben sind abgerundet und die beiden Flächen etwas napfförmig vertieft (Fig. XXXI). Aehnlich, wie die menschlichen Blutkörperchen, sind auch die der Säugthiere, doch macht das Kameel, Dromedar und Lama davon eine Ausnahme. Bei diesen, so wie bei den Vögeln, Amphibien und meisten Fischen sind sie oval. Doch haben die Pricken und Lampreten eben so kreisrunde Blutkörper-

chen wie der Mensch. Ihr Umfang ist aber grösser, auch sind sie auf den Seiten nicht vertieft, sondern gewölbt. Im Embryo, so weit derselbe bis jetzt bei Wirbelthieren untersucht worden ist, hat man allgemein die Blutkörperchen rund und nicht scheibenartig, sondern kugelförmig gefunden. — Der Durchmesser der Blutkörperchen ist sehr verschieden. Er variirt nicht nur nach Alter und Geschlecht, sondern auch bei ein und demselben Menschen. Beim männlichen Geschlecht kommen grössere Blutkörperchen vor als beim weiblichen, und bei kleinen Menschen habe ich auch mit der Grösse verhältnissmässig kleinere Blutkörperchen gefunden. Nach Schmidt sind auch die Blutkörperchen des Kindes $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ kleiner als die von Erwachsenen. Andere wollen keinen Unterschied gefunden haben. Wären die Blutkörperchen des Kindes und Erwachsenen der Grösse nach nicht verschieden, die Blutkörperchen kleiner Menschen aber immer auch kleiner als die von grossen, so würde sich aus den Blutkörperchen beim Kinde ein Schluss auf dessen künftige Grösse machen lassen.

Merkwürdig ist, dass die Blutkörperchen beim Embryo entschieden grösser sind, als im entwickelten Organismus. Bei sehr jungen Säugthierembryonen fand Bischoff*) die Blutkörperchen doppelt so gross als beim Erwachsenen.

Nach Krause beträgt der Durchmesser menschlicher Blutkörperchen $\frac{1}{350}$—$\frac{1}{400}'''$ und ihre Dicke am Rande $\frac{1}{1400}$—$\frac{1}{1200}'''$. Ganz in der Mitte sind sie nach ihm noch dünner, ungefähr $\frac{1}{1600}'''$. Nach J. Müller beträgt der Flä-

*) Entwickelungsgesch. Leipzig 1842 S. 279.

chendurchmesser der Blutkörperchen 0,00023—0,00035 P. Z. und ihre Dicke etwa ein Viertel so viel. Meine eignen Blutkörperchen fand ich im Durchschnitt 0,006 Mm. oder $\frac{1}{376}$ P. L. breit, und 0,001 Mm. $\frac{1}{2257}$ P. L. dick. Der Mensch und die Säugthiere besitzen die kleinsten Blutkörperchen. Die grössten finden sich unter den Amphibien. Die Blutkörperchen der Frösche sind ungefähr viermal so gross, als die menschlichen. Die allergrössten Blutkörperchen hat aber *proteus anguineus*, denn man findet bei ihm oft deren von $\frac{1}{30}'''$ Länge.

In ihrem Bau gleichen die Blutkörperchen den Elementarformen, aus welchen die meisten übrigen Gebilde hervorgehen, d. h. den Zellen. Es lässt sich an ihnen eine Schaale und ein von dieser umschlossener Kern unterscheiden. Die Anwesenheit eines Kernes in den Blutkörperchen ist vielfach in Abrede gestellt worden. Möglich, dass er sich bei den Säugthieren und dem Menschen nur vorübergehend erhält. Die ausserordentliche Kleinheit der Blutkörperchen macht hier die Untersuchung schwierig, doch glaube ich mich auch beim Menschen und bei den Säugthieren von der Anwesenheit eines Kernes überzeugt zu haben. Sehr leicht und unzweifelhaft findet man aber einen Kern in dem Blutkörperchen der Amphibien. In dem entleerten Blute dieser Thiere findet man ihn immer, etwas schwieriger hält es jedoch, ihn während der Circulation zu beobachten. Gewöhnlich hat man hierzu die Schwimmhaut von jungen Fröschen, oder die Schwänze von Froschlarven benutzt; weit geeigneter finde ich jedoch die Schwänze junger Tritonen von $1\frac{1}{2}$—2 Centimeter Länge, so wie sie im Juni und Juli zu

haben sind. Bringt man dieselben unter das Mikroskop, so findet man besonders gegen die Ränder und die Spitze des Schwanzes sehr bald Capillaren, an denen sich der Blutumlauf und die Beschaffenheit der Blutkörperchen auf das Deutlichste beobachten lässt. Da die Blutkörperchen sehr elastisch sind, so sieht man sie hier je nach dem Druck, den sie erleiden, und den Räumen, welche sie zu passiren haben, von sehr verschiedenartiger Form. Diese Formverschiedenheit wird scheinbar um so grösser, weil man sie bald mehr von der schmalen bald mehr von der breiten Seite her zu sehen bekommt. Fliesst das Blut unter verstärktem Druck, so erscheinen die meisten etwas in die Länge gezogen und mehr oder weniger von einer spindel- oder keilförmigen Gestalt (Fig. XXXIV. 1 u. 3.). Lässt der Druck nach, so nehmen sie mehr eine ovale Form an (5). Bisweilen wird der hintere Theil der Schaale sogar verdreht (4) und sie sehen aus, wie kleine Fischchen mit Schwänzen; Meyer*) hat ähnliche, aber noch weit ausgebildetere Formen in dem entleerten Blute erwachsener Tritonen gefunden. Theilt sich ein Gefäss unter einem spitzen Winkel, so bleiben an diesem die Blutkörperchen bisweilen hängen und gleichen dann einem über die Schulter geworfenen Tragsack (2). Hätten die Blutkörperchen, wie manche Beobachter geglaubt haben und mancher auch noch glaubt, ein selbstständiges Bewegungsvermögen, so würden die Aeusserungen desselben sich hier gewiss am ersten zeigen, allein man bemerkt davon keine Spur. Ihre Bewegungen

*) J. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1843. S. 206.

sind durchaus passiv. Sie treiben mit dem Strom, der sie umgibt, und schwanken dabei ein wenig hin und her. Bei sehr langsamer Strömung werden sie bisweilen auch umgerollt; dieses geschieht besonders dann, wenn ihr Längendurchmesser in den Querdurchmesser des Gefässes zu liegen kommt. Bei stärkerer Strömung tritt dieser Fall aber nie ein, ihr Längendurchmesser liegt dann immer parallel mit dem Längendurchmesser des Gefässes. Sehr deutlich sieht man nun in ihrem Inneren einen schwach granulirten Kern, sobald sie dem Auge ihre volle Breitseite darbieten. Die Grösse des Kerns ist veränderlich. Je grösser das ganze Blutkörperchen, um so kleiner ist in der Regel der Kern. Offenbar steht seine Grösse mit der Entwickelung des Blutkörperchens in einem gewissen Verhältniss. Er ist grösser in jungen und kleiner in alten; auch ist er in grösseren oder älteren Blutkörperchen mehr länglich, in kleineren oder jüngeren mehr rund. Die Schaale der Blutkörperchen zeigt deutlich doppelte Conturen, der Raum zwischen ihr und dem Kern scheint von einer gallertartigen Flüssigkeit erfüllt zu seyn. Manche glauben, dass dieser Raum von sehr feinen Membranen durchsetzt würde, die vom Kern gegen die Schaale gingen. Es hält jedoch sehr schwer, darüber etwas mit Gewissheit zu sagen. Beim Menschen ist der Raum zwischen Kern und Schaale jedenfalls sehr gering. Das, was hier als Kern erscheint, wird von der Schaale dicht umgeben. Der Kern liegt nicht frei in der Blutzelle, sondern ist in der Mitte der breiten Seite angeheftet. Bei Tritonen und Fröschen macht er sich in der Mitte des tellerförmig vertieften Blutkörperchens als eine kleine Erhaben-

heit bemerkbar, wenn man sie von ihrer schmalen Seite her zu sehen bekommt (Fig XXXII. a.).

Der Kern und vielleicht auch die Schaale der Blutkörperchen sind farblos. Der Sitz des Farbstoffs ist die zwischen Kern und Schaale befindliche Flüssigkeit, und insofern von dieser farbstoffhaltigen Flüssigkeit auch die Schaale, aber nicht der Kern etwas getränkt wird, kann man den Sitz des Farbstoffs auch in die Schaale verlegen. Am dichtesten erscheint der Farbstoff unmittelbar um den Kern herum.

Die Blutkörperchen werden ausserordentlich leicht verändert. Schon innerhalb der Gefässe verändern sie ihre Form, wenn der Blutumlauf stockt. Sie werden kugelförmig, farblos und kleben an einander. Um so leichter verändern sie sich daher ausserhalb des Organismus. Schon der Zutritt der Luft und die veränderte Temperatur sind hinreichend, sie zu verändern. Sie werden ungleich, höckerig, eingekerbt. Die Ursache dieser Veränderung ist noch nicht recht ermittelt. Vielleicht liegt sie in einer Gerinnung ihres flüssigen Inhaltes, oder in einer durch den Sauerstoff eingeleiteten Zersetzung oder beruht auf dem Austritt und Eintritt von Stoffen nach den Gesetzen der Exosmose und Endosmose. Auch in Wasser verlieren die Blutkörperchen alsbald ihre Scheibenform. Sie quellen auf, werden kugelig, blass und lassen die Umrisse des Kerns und der Schaale nur undeutlich wahrnehmen. Zusatz von etwas hydrojodiger Säure *) macht aber Kern und Schaale sogleich wieder

*) Man darf diese Säure nicht zu concentrirt anwenden; am besten fand ich eine Verdünnung, wobei sie die Farbe von jungem Rothwein hat.

deutlich sichtbar und zeigt, dass durch Wasser zunächst nur der Farbestoff ausgezogen worden ist. Bleiben Blutkörperchen längere Zeit mit Wasser in Berührung, so platzen sie. Bei der Untersuchung des Blutes darf man daher kein Wasser anwenden, sondern muss entweder Zuckerwasser, oder, was am besten ist, Blutserum gebrauchen. Unter Blutserum kann man Blutkörperchen in einem verschlossenen Glase sogar mehrere Tage unverändert aufbewahren.

Harnstoff *) und Galle lösen die Schaalen der Blutkörperchen auf, und lassen die farblosen Kerne, die dann kaum von Lymphkügelchen zu unterscheiden sind, zurück. Bei dauernder Einwirkung und im concentrirten Zustande greifen diese Materien aber auch die Kerne an. Die auflösende Wirkung der Galle auf die Schaale der Blutkörperchen wurde zuerst von Hünefeld **) beobachtet. Er bediente sich dazu der von Schleim befreiten Ochsengalle.

Henle, der frische Galle anwandte, konnte diese Wirkung nicht finden, und ist daher geneigt, der Galle diese Wirkung überhaupt abzusprechen ***). Die Sache hat jedoch ihre vollkommene Richtigkeit. Noch besser finde ich aber eine wässerige Auflösung des von mir dargestellten ****) krystallisirten sauren gallensauren Natrons. Die damit in Be-

*) Von mir nach Liebig's Angabe aus Blutlaugensalz dargestellt.

**) Der Chemismus in der thierischen Organisation. Leipzig, 1840. S. 49.

***) Allgemeine Anatomie S. 430.

****) Annal. der Chem. u. Pharm. von F. Liebig und F. Wöhler Bd. 51. S. 105.

rührung gebrachten Blutkörperchen von Fröschen wurden augenblicklich bis auf die Kerne aufgelöst. Da nun von Marchand*) und Simon**) im gesunden Blute Harnstoff und neuerdings von Enderlin***) auch Galle nachgewiesen worden ist, so könnte man auf die Vermuthung gerathen, dass diese Materien auflösend auf die Blutkörperchen wirkten, und dass die im Blute sparsam vorkommenden kleineren farblosen Kügelchen die Kerne aufgelöster Blutkörperchen wären; allein die Menge des im Blute nachgewiesenen Harn- und Gallenstoffs ist viel zu gering, um dies wahrscheinlich zu finden.

Aehnlich wie Galle und Harnstoff wirken auf die Blutkörperchen auch Essigsäure und Phosphorsäure. Bei einer gewissen Concentration werden die Schaalen davon sehr bald aufgelöst und die farblosen Kerne bleiben zurück.

Salzsäure greift die Blutkörperchen nicht sehr an. Ist sie concentrirt, so schrumpfen sie davon etwas ein und ihr flüssiger Inhalt wird feinkörnig; ist sie verdünnt, so quellen die Blutkörperchen auf und werden rund, wobei es den Anschein hat, als dehne sich der Kern bis zur Schaale aus, in der That wird er aber nur unsichtbar und was man sieht, ist die endosmotisch zunehmende Flüssigkeit im Innern.

Concentrirte Salpetersäure und Schwefelsäure

*) Journ. f. prakt. Chem. Bd. XI. S. 449. u. Bd. XIV. S. 490.
**) J. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1841. S. 454.
***) Annal. d. Chem. u. Pharm. von J. Liebig u. F. Wöhler Bd. 50. S. 70.

machen die Blutkörperchen runzlich. Sie verlieren ihr glattes Ansehen und schrumpfen zusammen. Dabei werden sie etwas blasser.

Eigenthümlich ist die Einwirkung von Kieselflusssäure. Die Form der Blutkörperchen wird dadurch im Ganzen wenig verändert, doch werden manche etwas herzförmig. Dagegen wird ihre rothe Farbe augenblicklich vollkommen zerstört; der Kern wird sehr deutlich und zeigt eine doppelte Contour; der flüssige Inhalt wird feinkörnig und oft entsteht der Anschein, als gingen feine Membranen von dem Kern zur Schaale.

Wässeriges Ammoniak löst die Blutkörperchen sehr rasch vollständig auf. Dieselbe Wirkung in geringerem Grade zeigt auch Aetzkali. Kohlensaures Kali und Natron verändert die Blutkörperchen scheinbar gar nicht. Nach 6—8 Tagen fand sie Hünefeld jedoch dadurch ebenfalls aufgelöst.

Salpeter und Glaubersalz lässt die Blutkörperchen unverändert. Kochsalz macht sie anfangs ungleich und höckerig, später werden sie davon aufgelöst *).

Wie die Form und der Bau der Blutkörperchen, so kann auch ihre Farbe verändert werden. Schon innerhalb des Körpers wird bekanntlich das Blut bei seinem Uebergang aus den Arterien in die Venen dunkelroth und bei seinem Uebergang aus den Venen in die Arterien wieder hellroth. Aehnliche Farbenveränderungen beobachten wir aber

*) Man hat ausserdem noch eine Menge anderer Substanzen in ihrem Verhalten gegen die Blutkörperchen geprüft; ich verweise deshalb auf die Arbeiten von Hünefeld und Nasse.

auch an dem entleerten Blute. Mit Hülfe von Sauerstoff kann man dunkles Blut heller und mit Hülfe von Kohlensäure hellrothes Blut dunkler machen. Ferner wird das Blut heller durch Neutral- und Mittelsalze, namentlich durch salpetersaures Ammoniak. Auch kohlensaure und selbst reine Alkalien, wenn sie nicht zu concentrirt angewandt werden, färben dunkles Blut, wenigstens Anfangs, heller. Umgekehrt wird dagegen hellrothes Blut dunkel unter dem Einfluss von desoxydirenden Substanzen. — Mineralsäuren und kaustische Alkalien im concentrirten Zustande färben das Blut braun oder zerstören seine Farbe ganz und gar. Eben so wirken auch kleesaures, weinsteinsaures und chromsaures Kali, ferner Alaun, salpetersaures Silber, salpetersaurer Strontian, essigsaures Blei u. A. m. Es fragt sich nun, woher diese Farbenveränderung kommt. Da die Blutkörperchen die Träger der Blutfarbe sind, so geht unzweifelhaft hierbei mit ihnen eine Veränderung vor. Diese Veränderung kann aber möglicher Weise eine doppelte seyn: eine physikalische und eine chemische. Wir werden sehen, dass wahrscheinlich beide vorkommen, und dass ebensowohl durch physkalische als durch chemische Veränderungen der Blutkörperchen die Farbe des Blutes verändert wird.

Wir wissen, dass viele Körper ihre Farbe ändern können, ohne im Geringsten eine Umsetzung ihrer Elemente zu erleiden. So wird z. B. das amorphe schwarze Quecksilbersulphid roth, wenn es in den krystallinischen Zustand übergeführt wird, und nach R. Wagner erleiden die Farbenzellen bei den Cephalopoden durch eine blosse

Contraction der Hüllen eine Farbenveränderung. Sie gehen aus dem Rostfarbenen in's Schwarze und aus dem Hochgelben in's Dunkelgelbe über. Henle und Nasse waren daher der Ansicht, dass die Veränderung der Blutfarbe vorzugsweise von einer physikalischen Veränderung der Blutkörperchen herrühre. Nach Henle sollte die hellere Farbe des Blutes von einer Abplattung der Blutkörperchen herrühren, und die dunklere von einem Aufquellen derselben. Es ist auffallend, sagt er, dass dieselben Substanzen dem Blute eine hellrothe Farbe ertheilen, welche die platte Form der Blutkörperchen erhalten oder wieder herstellen, wie concentrirte Salz- und Zuckerlösungen, auch steht damit die Beobachtung von Schulz im Einklang, dass in Kohlensäure die Blutkörperchen aufquellen und in Sauerstoff platt werden. Dieses Letztere ist jedoch keineswegs richtig, wie J. Müller *) dargethan hat. Bei den von ihm mit Blutkörperchen von Fröschen angestellten Versuchen zeigte sich weder durch Kohlensäure noch durch Sauerstoff die geringste Formveränderung. Nächst Henle und Nasse trat auch Scherer**) für die Ansicht auf, dass die hellere oder dunklere Farbe des Blutes vorzugsweise von einer physikalischen Veränderung der Blutkörperchen herrühre. Er führte dafür unter Anderem an, dass Salze das Blut selbst nach Behandlung mit Wasser noch hellroth färben, sobald nur die Blutkörperchen noch erhalten sind, und dass weder Salze noch Sauerstoff diese Wir-

*) Physiolog. 4te Aufl. Bd. I. S. 102.

**) Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeufer I. S. 288.

kung äussern, wenn die Blutkörperchen einmal zerstört worden sind. Bruch*), der Scheerer's Versuche wiederholte, hat dieses jedoch nur theilweise bestätigt. Zuerst bestätigte er die Beobachtung J. Müller's, dass Kohlensäure und Sauerstoff auf die Form der Blutkörperchen nicht den geringsten Einfluss ausüben, und dass frisches venöses und arterielles Blut sich formal nicht unterscheiden. Ferner fand er, dass Blut, selbst nach der Zerstörung der Blutkörperchen durch Wasser beim Zutritt von Sauerstoff heller geröthet wurde, nur nicht so stark als ungewässertes Blut, und dass Kohlensäure das helle Roth wieder in Dunkelroth umänderte. Dieselbe Einwirkung zeigten beide Gase auch auf eine wässerige(?) Auflösung von Hämatin. Die Veränderung der Blutfarbe durch Sauerstoff und Kohlensäure kann daher auf keinem physikalischen Grunde beruhen. Dagegen wurde die Farbe von Blut mit zerstörten Blutkörperchen oder von einer wässerigen Lösung des Hämatins durch Neutralsalze nicht verändert, obwohl bei Blut mit unverletzten Blutkörperchen immer eine Farbenveränderung eintrat. Durch die Salzlösung wurden die Blutkörperchen immer platter und länger, und der Veränderung ihrer Form und Oberflächen ist in diesem Falle die Farbenveränderung des Blutes zuzuschreiben. Auch schloss die durch Neutralsalze bewirkte Farbenveränderung eine fernere Veränderung der Farbe durch Sauerstoff oder Kohlensäure nicht aus. Nach alle diesem ist wohl nicht zu bezweifeln, dass die beobachteten Ver-

*) Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeufer. Bd. 1. S. 441.

änderungen der Blutfarbe theils auf physikalischen, theils auf chemischen Veränderungen der Blutkörperchen beruhen.

Was die Substanzen betrifft, aus welchen die Blutkörperchen gebildet sind, so herrscht darüber noch keineswegs eine erwünschte Klarheit. Ausser dem Farbestoffe bestehen sie wahrscheinlich, eben so wie die Blutflüssigkeit, aus Eiweissstoff und Faserstoff. Namentlich den Kern halten J. Müller*) und Simon**) für Faserstoff. Dagegen glaubt Hünefeld, dass der Kern fettiger Natur sey. Nach Berzelius***) ist die Hauptsubstanz der Blutkörperchen eine eigenthümliche, die er Globulin nennt. Nach Lecanu bestehen die Blutkörperchen hauptsächlich aus Fibrin und Albumin. Lässt man aus einer Mischung von Blut und Glaubersalzlösung sich die Blutkörperchen absetzen und versetzt sie dann mit einer concentrirten Auflösung von Chlorcalcium, so schrumpfen sie zusammen und werden scheinbar unlöslich. Wird die unlösliche Masse aber mit reinem Wasser ausgewaschen, so schwillt sie zuerst an und löst sich bei mehr Wasser auf. Aus dieser Lösung scheidet sich in der Ruhe Fibrin in weissen Häuten ab. Die darüber stehende Flüssigkeit gerinnt in der Hitze und verhält sich in Bezug auf Albumin ganz wie Blutserum. Presst man venösen Blutkuchen zwischen feiner Leinwand aus, so fliesst ein Gemenge von Serum und Blutkörperchen ab. Presst man dieses Gemenge noch einige Male durch

*) Physiolog. I. S. 119.

**) Medic. Chem. I. S. 39.

***) Lehrbuch der Chem. Bd. 9. S. 69.

feine Leinwand, um alles eingemengte Fibrin zurückzuhalten, und setzt dann im Ueberschuss gepulverten Salpeter zu, so bildet sich nach Denis in 12—14 Stunden eine dicke Gallerte. Wird diese in einem Leinewandsäckchen in reines Wasser gelegt, so bleibt Fibrin im aufgequollenen Zustande darin zurück. Bei längerer Einwirkung des Salpeters löst es sich vollständig auf und verhält sich hierin ganz wie geronnenes Fibrin aus venösem Blutkuchen, wovon später noch die Rede seyn wird.

Die Lasten und Pflichten der Blutkörperchen, ihre Beziehung zur Ernährung und Absonderung sind noch in ein tiefes Dunkel gehüllt, und es ist wenig Aussicht vorhanden, dass dieses bald gelichtet werde. Dass die Blutkörperchen nicht selbst zur Ernährung und Absonderung dienen, sondern hierbei blos mitwirken, kann nicht bezweifelt werden.

Alle Blutkörperchen müssen bei ihrem Umlaufe durch den Körper wenigstens zweimal ein Capillargefässsystem durchlaufen, und diejenigen, welche den Verdauungswerkzeugen zugeführt werden, mithin in's Pfortadersystem gelangen, sogar dreimal. Da aber in jedem Capillargefässsystem die Blutkörperchen eine Veränderung erleiden, so dürfen wir schon aus diesem Grunde vermuthen, dass hier das eigentliche Feld ihrer Wirksamkeit ist, und es kann demnach ein und dasselbe Blutkörperchen bei einem einmaligen Umlaufe dreimal eine Function ausüben. Nehmen wir an, dass der Blutumlauf im Durchschnitt in 1½ Minuten vollendet ist, so würden die Blutkörperchen, welche zugleich immer die Pfortader passirten, in 24 Stunden 1440

Mal functioniren, und die, welche nur zwei Capillargefässsysteme durchsetzten, 960 Mal. Nehmen wir von beiden Zahlen das Mittel, so erhalten wir 1200 Mal. Wie lange ein Blutkörperchen existirt, wissen wir leider nicht, es ist daher auch unmöglich, zu bestimmen, wie viel Mal wohl ein Blutkörperchen während seiner ganzen Lebensdauer functionirt.

Indem die Blutkörperchen die Capillaren des kleinen Kreislaufs durchsetzen, nehmen sie Sauerstoff auf und geben Kohlensäure ab, und indem sie die Capillaren des grossen Kreislaufs durchsetzen, nehmen sie Kohlensäure auf und geben Sauerstoff ab. In jenem werden sie zugleich hellroth, in diesem dunkelroth. Was mit dem aufgenommenen und wieder abgegebenen Sauerstoffe wird, welche Zersetzungen er etwa veranlasst, und wie diese in das Triebwerk des Organismus eingreifen, wissen wir noch nicht. Wir wissen nur, dass ohne Sauerstoffaufnahme kein Thier bestehen kann, dass der aufgenommene Sauerstoff in Verbindung mit Kohlenstoff und Wasserstoff, als Kohlensäure und Wasser den Körper wieder verlässt, und dass die Menge des durch die Nahrung dem Körper zugeführten Kohlenstoffs und Wasserstoffs zu dem eingeathmeten Sauerstoff in einem solchen Verhältnisse steht, dass sich daraus Wasser und Kohlensäure bilden kann. Mit diesem dürftigen Resultate, womit uns die neuere Chemie beschenkt hat, ist aber für die Physiologie der Ernährung und Absonderung wenig gewonnen.

Nehmen wir an, was übrigens nicht der Fall ist, dass nur die Blutkörperchen und nicht auch die Blutflüssigkeit

bei der Respiration Sauerstoff aufnehmen, und dass in der Wechselwirkung dieses Sauerstoffs mit den Elementen der aufgenommenen Nahrung die Quelle der thierischen Wärme zu suchen sey, so würde damit in Einklang stehen, dass die Menge der Blutkörperchen um so grösser zu seyn scheint, je wärmer ein Thier ist. Bei den Vögeln, welche die höchste Temperatur haben, ist die Menge der Blutkörperchen am grössten; sie ist geringer bei den Säugthieren und unter diesen geringer bei den Pflanzenfressern als bei den Fleischfressern. Bei den kaltblütigen Wirbelthieren, welche die geringste Wärme und die langsamste Respiration haben, scheint auch die Menge der Blutkörperchen am geringsten zu seyn.

Bei Blausüchtigen, wo durch Fehler in den Kreislaufsorganen nicht alle Blutkörperchen durch die Lungen gehen und mithin auch nicht alle stets neu mit Sauerstoff versorgt werden, findet ebenfalls eine Temperaturverminderung um einige Grade Statt. Dass bei Blausüchtigen zugleich die Muskelkraft darniederliegt, und nach geringen Anstrengungen schon Erstickungszufälle und Ohnmachten eintreten, wurde früher schon erwähnt.

Bischoff*) machte die Beobachtung, dass venöses Säugthierblut, Vögeln injicirt, sogleich unter den heftigsten Zuckungen den Tod herbeiführte, während arterielles Blut vertragen wurde.

Prevost und Dumas fanden, dass von Blutverlust ohnmächtig gewordene Thiere durch eine Injection von

*) J. Müller's Archiv 1838. S. 351.

Blutkörperchen wieder belebt wurden, während eine Injection von blossem Blutserum nichts half. Auch Tiefenbach und Bischoff fanden, dass geschlagenes, mithin seines Faserstoffs beraubtes Blut, erwärmt eingespritzt, die Wiederbelebung herbeizuführen im Stande war.

2) Körnige farblose Körperchen. Neben den eigentlichen Blutkörperchen finden sich sparsam im Blute kleinere, vollkommen farblose durchsichtige Körperchen, deren Form entweder kugelförmig oder eiförmig ist. In den Capillargefässen lebendiger junger Tritonen fand ich sie bald grösser, bald kleiner. Im Ganzen kamen sie dem Kern der Blutkörperchen an Grösse ziemlich gleich (Fig. XXXIII. 2.). Ihre Menge verhielt sich zu diesen etwa wie 1:10. Sie erscheinen ganz gleichmässig aus einer Menge feiner Körnchen zusammengesetzt. Eine besondere Schaale war nicht zu erkennen. Fast alle Beobachter sprechen von diesen Körperchen und sie scheinen im Blute eines jeden Thieres vorzukommen. Sie bewegen sich mit und unter den eigentlichen Blutkörperchen fort. Dass sie sich langsamer fortbewegten und besonders an den Wänden des Gefässes hinrollten, habe ich nicht finden können. Doch sieht man bisweilen eins an der Gefässwand längere Zeit hängen bleiben, besonders wenn die Circulation gestört worden war. Ueber den Ursprung und die Natur dieser Körperchen sind die Meinungen noch getheilt. Sie müssen entweder innerhalb der Blutgefässe selbst entstehen oder sie kommen dahin aus den Lymphgefässen. Entstehen sie in den Blutgefässen selbst, so muss man sie entweder als die Kerne aufgelöster Blutkörperchen betrachten, oder als

ein Erzeugniss der Blutflüssigkeit. Das Letztere vermuthen Weber und Valentin. Sie würden dann als Kerne sich bildender Blutkörperchen betrachtet werden können. Da man jedoch neuerdings die Entwickelung der Blutkörperchen aus den Lymphkörperchen nachgewiesen hat, und da jene Kügelchen mit denen der Lymphe vollkommen übereinstimmen, so ist ihre Entstehung innerhalb der Blutgefässe nicht wahrscheinlich. Am richtigsten scheint es daher, sie mit J. Müller als Lymphkügelchen zu betrachten, die mit der Lymphe in's Blut gelangt sind und sich noch nicht zu Blutkörperchen entwickelt haben.

3) Elementarkörner. So nenne ich eine dritte Art von Körperchen, die im circulirenden Blute vorkommen. Sie sind noch weit seltner als die vorigen und unendlich klein. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,0023 Mm. Oft sind sie aber auch noch kleiner (Fig. XXXIII. 1.). Sie sind kugelrund, bestehen aus einer gleichartigen Substanz und brechen das Licht sehr stark. Ich möchte sie für Fettkügelchen halten, die vielleicht noch eine ganz zarte proteinhaltige Hülle besitzen.

Die Blutflüssigkeit.
(*Liquor sanguinis s. plasma.*)

Die Blutflüssigkeit lässt sich als solche ausserhalb des Organismus nicht untersuchen. Dem Einflusse der Lebenskraft entzogen und dem Einflusse der Luft ausgesetzt wird sie alsbald gallertartig, und diese Gallerte scheidet sich dann wieder in den s. g. Blutkuchen und das Blutwasser.

1) Der Blutkuchen, *placenta s. crassamentum san-*

guinis, welcher immer mehr oder weniger auch noch etwas Blutwasser einschliesst, besteht aus dem geronnenen Faserstoffe des Blutes, und ist mechanisch vermengt mit dem Cruor oder den Blutkügelchen. So lange das Blut noch circulirt, ist der Faserstoff in dem Blutwasser, und zwar, wie Einige glauben, mit Hülfe von freiem (?) Alkali, aufgelöst. Frühere Beobachter glaubten, dass der beim Gerinnen sich ausscheidende Faserstoff nicht von der Blutflüssigkeit, sondern von den Blutkörperchen herstamme; allein diese Ansicht lässt sich durch einen sehr einfachen Versuch von J. Müller widerlegen. Bringt man nämlich frisches Froschblut auf ein kleines, zuvor nass gemachtes *) Filtrum, so bleiben die Blutkügelchen auf diesem zurück, während die Flüssigkeit durchgeht. Untersucht man diese mit dem Mikroskop, so ist sie vollkommen klar und enthält keine Kügelchen. Innerhalb einiger Minuten bildet sich darin aber ein wasserhelles Coagulum, das sich immer mehr verdichtet und zuletzt weisslich und fadenartig wird. Dieses ist geronnener Faserstoff, den man auf diese Art augenscheinlich aus der Blutflüssigkeit und nicht aus den Blutkörperchen erhält. Mit Säugthierblut oder Vögelblut lässt sich dieser Versuch deshalb nicht anstellen, weil die Blutkörperchen zu klein sind, um vom Filtrum zurückgehalten zu werden. Auch durch mikroskopische Beobachtung lässt sich darthun, dass der beim Gerinnen des Blutes sich ausscheidende Faserstoff nicht von den Blutkörperchen stammt. Bringt man einen mit Serum verdünnten Bluts-

*) Am besten mit Zuckerwasser.

tropfen unter das Mikroskop, nachdem man durch Schütteln die Blutkörperchen auf dem Glasplättchen etwas zerstreut hat, so sieht man zwischen ihnen und unabhängig von ihnen das Gerinnsel eines vorher aufgelösten Stoffes entstehen, welches sich mit einer Nadel hin und her zerren lässt. Ist der Faserstoff einmal geronnen, so löst er sich im Blutwasser nicht wieder auf.

Die Menge des Blutkuchens im Verhältnisse zum Blutserum ist sehr veränderlich, da der Blutkuchen sich nicht immer gleich sehr zusammenzieht. Es hängt dies theils von der Beschaffenheit des Blutes selbst, theils aber auch von der Form und Substanz des Gefässes ab, in welchem das Blut aufgefangen wurde; ferner von der Temperatur der Umgebung, und endlich auch von der Zeit, welche während der Gerinnung verstrich. Der Blutkuchen zieht sich mehr zusammen im Blute von Neugeborenen und Kindern als im Blute von Erwachsenen und Greisen, und er wird dichter in wasserarmem als in wasserreichem Blute. Die Concentration des Blutkuchens ist ferner grösser und folglich seine relative Menge geringer, wenn das Blut in engen und hohen, als wenn es in weiten und flachen Gefässen aufgefangen wird. Ebenso wird der Blutkuchen mehr concentrirt, wenn die Temperatur der Umgebung hoch, als wenn dieselbe niedrig ist. Ist jedoch die Temperatur sehr niedrig, so friert das Blut ein und gerinnt erst beim Wiederaufthauen, falls dieses nicht zu lange aufgeschoben wird. — Wir werden auf die Gerinnung später noch ausführlicher zurückkommen. — Bisweilen ist die Concentration des Blutkuchens schon nach sechs Stunden vollendet, bisweilen findet man aber auch

nach 24 Stunden doppelt so viel Blutwasser als nach sechs Stunden.

Im Allgemeinen, sagt Nasse, übertrifft das Blutserum den Blutkuchen an Gewicht, aber nicht immer an Umfang. — Nach Hamberger verhält sich beim Menschen die Menge des Blutkuchens zum Serum wie 1:0,50 — 0,82; nach Bayle wie 1:1; nach Tabor wie 1:1,40; nach Schwenke wie 1:2; nach Guesnay wie 1:3; nach Senac wie 1:4; nach Boerhave wie 1:7; nach Bergen wie 1:10; nach Rosen wie 1:12. — Völlig ausgetrockneter Blutkuchen verhielt sich nach Rhades in 1000 Theilen Blut zum Serum wie 130:870. Nach Mayer, Blainville, Denis und Anderen soll das venöse Blut weniger Blutkuchen geben und mehr Serum als das arterielle.

Die Oberfläche des Blutkuchens zeigt meist eine scharlachrothe Farbe, die an den Rändern sich tiefer herab erstreckt als in der Mitte. Die Ursache dieser Färbung ist die Einwirkung des Sauerstoffs, welcher selbst durch das Serum hindurch einwirkt. Bisweilen ist die oberste Schicht des Blutkuchens vollkommen farblos. Diese Schicht nennt man *crusta inflammatoria*, weil man ihre Bildung vorzugsweise im entzündeten Blute beobachtet hat. Die Erklärung ihrer Entstehung hat die Aerzte und Physiologen vielfach beschäftigt.

Soll sich am Blutkuchen eine obere farblose Schicht bilden, so müssen sich nothwendig die Blutkörperchen zuvor gesenkt haben. Dies führt auf den Gedanken, dass im entzündeten Blute sich die Blutkörperchen entweder schnel-

ler senken, oder dass die Gerinnung des Faserstoffs langsamer geschieht. Beides ist behauptet worden. Eine dritte Ansicht ist aber die, dass die *crusta inflammatoria* etwas vom Blutkuchen Verschiedenes sey und sich erst bildet, wenn der Faserstoff bereits geronnen ist, oder wenigstens unabhängig von dessen Gerinnung entsteht. Hewson erklärte die Bildung der *crusta inflammatoria* aus einer langsameren Gerinnung des Blutes. Es lässt sich jedoch kein Grund auffinden, warum das Blut bei Entzündungen langsamer gerinnen sollte; auch ist dieses langsamere Gerinnen durch die Beobachtung keineswegs nachgewiesen. Da die meisten Beobachter im entzündeten Blute einen grösseren Faserstoffgehalt gefunden zu haben glauben, so liesse sich hieraus eher das Gegentheil vermuthen, gleich wie eine concentrirte Leimlösung eher gesteht, als eine verdünnte, und eine Salzlösung um so leichter krystallisirt, je mehr sie von dem krystallisirbaren Salz enthält. J. Müller erklärt die Bildung der *crusta inflammatoria* aus einem schnelleren Sinken der Blutkörperchen. Er glaubte nämlich, beobachtet zu haben, dass die Blutkörperchen in reinem Blutwasser langsamer sänken, als in solchem, welches noch Faserstoff aufgelöst enthielt. Da nun der Faserstoff im entzündeten Blute vermehrt ist, so sollten die Blutkörperchen auch um so schneller sinken. Dieses hiesse mit anderen Worten, dass das specifische Gewicht des Blutwassers durch darin aufgelösten Faserstoff leichter würde, was sehr unwahrscheinlich ist. Das specifische Gewicht des Blutwassers beim Menschen ist nach Thackrah 1,020—1,040 und nach Berzelius 1,027—1,029. Das specifische Gewicht

des frischen geronnenen Faserstoffs beträgt aber nach Schübler und Rapf 1,051. Es lässt sich daher nicht wohl annehmen, dass durch eine Auflösung des Faserstoffs in Blutwasser das specifische Gewicht des letzteren leichter werden würde. Die Bildung der *crusta inflammatoria* lässt sich daher weder auf diese, noch auf jene Art genügend erklären, und es bleibt nur die oben erwähnte dritte Ansicht übrig. Schon Retzius beobachtete einmal, dass durch einen Aderlass entleertes Blut schnell zu einem Klumpen gerann, und dass sich erst nach zwei Stunden über demselben das Serum ausschied. Das ausgeschiedene Serum wurde darauf opalisirend und nach vier Stunden hatte sich eine dicke Lage Faserstoff abgesetzt. Neuerdings hat nun Mulder*) dargethan, dass unter dem Namen Faserstoff Körper von sehr verschiedener Beschaffenheit zusammengeworfen worden sind, und dass namentlich die sogenannte *crusta inflammatoria* gar keinen eigentlichen Faserstoff enthält. Ihre Hauptbestandtheile sind vielmehr Proteinbioxyd und Proteintritoxyd**). Ausserdem aber enthält die Entzündungshaut ziemlich viel Fett, wodurch sie specifisch leichter, als der Blutkuchen wird. Von Baumhauer fand nämlich in der Entzündungshaut von Pferdeblut:

durch Aether ausziehbares Fett	3,276
in Aether unlöslichen Rückstand	96,724

Proteinbioxyd und Proteintritoxyd sind nach Mulder im entzündeten Blute immer reichlich vorhanden, doch kom-

*) Annal. d. Chem. u. Ph. von F. Wöhler u. J. Liebig. Bd. 47. S. 300 u. f.

**) Vergl. hierüber die chemische Untersuchung des Blutes.

men sie auch, wiewohl in geringerer Menge im ganz gesunden Blute vor. Sie bilden sich in den Lungen aus dem Fibrin, und Proteintritoxyd möglicherweise auch aus dem Albumin. Das in den Lungen oxydirte Protein ist nach Mulder der hauptsächlichste Träger des eingeathmeten Sauerstoffs und vorzugsweise der Stoff, aus dem sich die Secrete bilden. Die beim Athmen aufgenommene Sauerstoffmenge ist viel zu gross, um sie blos mit dem Hämatin der Blutkörperchen in Beziehung zu bringen. Das in den Lungen oxydirte Protein gibt bei seiner Circulation durch die Capillaren des Körpers seinen Sauerstoff wieder ab und ruft dadurch bestimmte, zur Einleitung organischer Functionen nothwendige Zersetzungen hervor. Das von den Capillaren zu den Lungen zurückkehrende, oder das venöse Blut enthält daher weniger oder gar kein Oxyprotein, an dessen Stelle aber neue Producte. Das oxydirte Protein soll nach Mulder auch zur Bilduug von Zellgewebe, Chondrin und den Bestandtheilen des Harns dienen können, das nicht oxydirte zur Bildung von Muskelfasern.

Befreit man den Blutkuchen durch Kneten und Auswaschen von den beigemengten Blutkörperchen und dem eingeschlossenen Serum, so enthält man den Faserstoff des Blutes für sich, und es lässt sich dann seine Menge bestimmen. Man kann zu diesem Zweck auch das Blut schlagen und filtriren, wobei der Faserstoff auf dem Filtrum zurückbleibt. Häufig geht jedoch dadurch etwas von dem feinvertheilten Faserstoff verloren und seine Menge beträgt dann weniger, als sie wirklich ist.

Nach Denis beträgt die Menge des Faserstoffs in

1000 Theilen Blut 2,14—2,27; nach Simon 2,109, nach Richardson 2,12; nach Andral und Gavaret 3,0; nach Nasse 2,1. Das venöse Blut enthält nach Mayer, Prevost, Dumas, Denis, und Berthold weniger Faserstoff als das arterielle. Ebenso enthält das Blut Neugeborener weniger Faserstoff als das der Erwachsenen. Auch ist die Beschaffenheit des Faserstoffs in jüngeren Jahren etwas anders. Nasse fand ihn um so mürber, zarter, leichter, durchsichtiger und zersetzbarer, je jünger der Mensch oder das Thier war. Mehrmals beobachtete er sogar, dass der Faserstoff von jungen Hunden beim Eintrocknen in niedriger Temperatur ganz flüssig ward. Auch nach häufigen Blutentziehungen nimmt der Faserstoff eine ähnliche Beschaffenheit an.

Die Menge des Faserstoffs im Blute nimmt zu bei Entzündungen und während der Schwangerschaft. Seine Menge steigert sich dabei auf 3,0—4,0; zuweilen sogar bis auf 6,0. Auch durch Hungern soll sich der Faserstoffgehalt des Blutes mehren. Merkwürdig ist, dass Nasse nach Durchschneidung des Rückenmarks, besonders wenn dieselbe in der Lendengegend geschah, bei Hunden eine Zunahme des Faserstoffs im Blute bemerkte. Der längere Gebrauch von Eisenmitteln vermehrte in drei Versuchen von Nasse ebenfalls die Menge des Faserstoffs.

Dagegen verlor das Blut nach dem Gebrauch von Phosphor schon in wenig Tagen seine Gerinnbarkeit völlig. Eine ähnliche Wirkung will Simon *) nach dem Gebrauch

*) Froriep's Notizen 1841 April S. 53.

des Leberthrans bemerkt haben. Nach den Versuchen von Nasse nahm der Faserstoffgehalt des Blutes ferner ab durch den Gebrauch von Kochsalz und noch mehr durch salpetersauren Baryt; auch kohlensaures Natron schien den Faserstoff zu vermindern, kohlensaures Kali ihn dagegen zu vermehren.

Da nach Mulder, wie wir hörten, das Protein des Faserstoffs sich durch den eingeathmeten Sauerstoff oxydirt und in Proteinbioxyd und Proteintritoxyd umwandelt, und da wir noch nicht wissen, unter welchen Verhältnissen dieser Oxydationsprocess gehemmt oder befördert wird, und da endlich Mulder selbst in manchen früheren Analysen als Faserstoff aufgeführt hat, was er jetzt als Proteinbioxyd erkennt, so verlieren leider alle bisherigen Angaben über den Faserstoffgehalt des Blutes viel an ihrem Werth und es werden durchaus neue Untersuchungen nöthig.

a. Das Blutwasser, *serum s. lympha sanguinis.* Dasselbe ist eine klare gelbliche Flüssigkeit, von salzigem Geschmack und alkalischer Reaction. Ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,025 — 1,030. Nach Davy verhält sich das specifische Gewicht des venösen Blutwassers zum arteriellen im Durchschnitt wie 1026 : 1025. Auch soll das Blutwasser bei Frauen etwas leichter seyn als bei Männern. Das relative Verhältniss zwischen Serum und Blutkuchen ist schon bei letzterem berührt worden; hier sey noch erwähnt, dass nach Lecanu 1000 Theile Blut 867,51 Serum und 132,49 Blutkuchen enthalten und nach Prevost und Dumas 870,8 Serum und 129,2 Blutkuchen. Nimmt man aus

diesen Angaben das Mittel, so erhält man für 1000 Theile Blut 869,1547 Serum und 130,8453 Blutkuchen.

Das Serum enthält ungefähr 90,5 Proc. Wasser, 8 Proc. Eiweiss und 1,8 Proc. an Salzen, Fett und Extractivstoffen. Eine sehr genaue Untersuchung des Serums dürfen wir in der Kürze von Mulder erwarten. Nach Marcet's Analyse enthalten 1000 Theile Serum:

Wasser	900,00
Albumin	86,80
milchsaure ? Salze, Extractivstoffe	4,00
Kochsalz und Chlorkalium	6,60
schwefelsaures Kali	0,35
kohlensaures Natron	1,65
phosphors. Kalk und Bittererde	0,60
	1000,00

Nach Berzelius beträgt der Eiweissgehalt des Serums in 1000 Theilen nur 80,0; nach Lecanu 78,45; nach Nasse 71,7—90,0, im Mittel 81,0; nach Bostock 100,0. Nach Denis und Blainville ist der Gehalt an Eiweissstoff und Salzen im venösen Blute grösser als im arteriellen. Nach Lecanu, Denis und Simon enthält das Blut der Männer weniger Eiweiss als das der Frauen. Auch soll das Blut Erwachsener weniger Eiweissstoff enthalten als das von Kindern. Nach Lecanu haben Menschen von lymphatischem Temperament mehr Eiweissstoff als Sanguiniker. In der Schwangerschaft nimmt nach Denis der Eiweissgehalt etwas ab. Krankheiten verändern nach Lecanu den Eiweissgehalt des Blutes wenig. Jedoch ist er nach

Denis und Jennings im Anfang acuter Fieber und bei Entzündungen vermehrt; auch in der Gelbsucht und in der Cholera. Dagegen ist er in Wassersuchten mit gerinnbarem Urin, so wie beim *diabetes mellitus*, häufig vermindert.

In Krankheiten findet man bisweilen das Blutwasser trüb, molkig und sein specifisches Gewicht leichter. In vielen Fällen rührt diese Trübung wahrscheinlich vom Fett her, doch kann nach Nasse der Fettgehalt des Serums oft ziemlich bedeutend seyn, ohne dass dadurch eine Trübung entsteht. Die gelbliche Farbe des Blutserums rührt von einem gelben Farbstoff, der mit Fett in Verbindung ist und schwer davon getrennt werden kann. Die Auflösung des Blutroths im Blutserum wird ausser dem Eiweiss durch die im Blute befindlichen Salze, namentlich das Kochsalz verhindert.

Ueber die Art, wie der Eiweissstoff im Blute aufgelöst ist, wissen wir eben so wenig etwas Bestimmtes, wie über die Auflösung des Faserstoffs. Die Löslichkeit des Eiweisses in reinen und kohlensauren Alkalien führte auf die Vermuthung, dass es mit Hülfe von diesen im Blute aufgelöst seyn möge, allein reine Alkalien sind schwerlich im Blute vorhanden und selbst die Anwesenheit kohlensaurer Alkalien im Blute ist, wiewohl mit Unrecht, bezweifelt worden; auch verhält sich eine Auflösung von Eiweiss in Kali oder kohlensaurem Kali chemisch anders als eine Lösung von Eiweiss, wie sie im Blute vorhanden ist. Viel eher könnte das phosphorsaure Natron und Kochsalz hierbei eine Rolle spielen.

Nachdem in dem Vorhergehenden von den Blutkügelchen, dem Faserstoff, Eiweissstoff und Wassergehalt des

Blutes besonders die Rede gewesen ist, sey hier noch eine Zusammenstellung ihrer relativen Mengen gegeben, wie sie von Denis als Resultat aus 83 Analysen erhalten wurde:

Männerblut

enthält	im Maximum	im Minimum	im Mittel
Blutkörperchen	186,0	110,5	149,0
Fibrin . . .	4,0	2,0	3,75
Albumin . . .	63,0	48,5	57,0
Wasser . . .	805,0	732,0	767,0

Frauenblut

enthält	im Maximum	im Minimum	im Mittel
Blutkörperchen	167,1	71,4	127,7
Fibrin . . .	3,1	2,0	2,6
Albumin . . .	68,4	50,0	59,0
Wasser . . .	848,0	750,0	787,0

Gerinnung des Blutes.

Wir haben gehört, dass die Blutflüssigkeit ausserhalb des Körpers gerinnt und sich in den Blutkuchen und das Blutwasser scheidet. Nachdem wir nun diese beiden Theile näher betrachtet haben, müssen wir über die Gerinnung selbst noch Einiges, das nun um so verständlicher seyn wird, hinzufügen. Zuerst einige Umstände, welche die Gerinnung begleiten. Hierher gehört die Aufnahme von Sauerstoff, die Ausscheidung von Kohlensäure, die Röthung des Blutkuchens an der Oberfläche und die Entwickelung von Wärme. Wir wissen, dass die Blutkörperchen beim Zutritt der atmosphärischen Luft Sauerstoff aufnehmen, Kohlen-

säure ausscheiden und dabei zugleich röther werden. Es muss daher auch beim Gerinnen des Blutes dieser Vorgang eintreten. Hieraus erklärt sich, warum die Oberfläche des Blutkuchens meist eine scharlachrothe Färbung annimmt. Allein nicht nur die Blutkörperchen, sondern auch der Faserstoff des Blutes nimmt, wie wir gehört haben, mit Begierde Sauerstoff auf und gibt Kohlensäure ab. Die Gerinnung des Blutes muss daher überhaupt mit einer Aufnahme von Sauerstoff und einer Ausscheidung von Kohlensäure verknüpft seyn. Da aber mit der Bildung von Kohlensäure immer eine Wärmeentwickelung verknüpft ist, so kann diese auch hier nicht fehlen, und zwar um so weniger, weil beim Gerinnen zugleich der Uebergang einer Flüssigkeit aus einem dünneren in einen dichteren Zustand Statt findet, und hierbei immer Wärme frei zu werden pflegt.

Bei der Gerinnung selbst kann man nach Nasse fünf Momente unterscheiden:

1) Bildung eines Häutchens an der Oberfläche, das sich vom Rande strahlenförmig nach der Mitte verbreitet.
2) Bildung einer Haut, die an den Wänden des Gefässes anliegt und wie ein Schlauch das flüssige Blut einschliesst.
3) Bildung einer Gallerte in der Blutflüssigkeit.
4) Beginnende Trennung in festen Blutkuchen und klares Serum.
5) Vollendung dieser Trennung.

Die vier ersten dieser Momente erfolgen nach Nasse wenigstens innerhalb der ersten 16 Minuten, nie später. Bei Frauen tritt die Gerinnung in der Regel etwas früher ein

als bei Männern, so dass auch die Bildung eines festen Blutkuchens bei ihnen im Durchschnitt um $2\frac{1}{2}$ Minute eher beobachtet wird als bei jenen. Im Durchschnitt erfolgten die vier ersten Momente bei Frauen innerhalb 9 Minuten und bei Männern innerhalb $11\frac{1}{2}$ Minuten. Der fünfte Moment kann 10—48 Stunden dauern. Die Zusammenziehung des Blutkuchens ist in der Regel um so kräftiger, je langsamer die Gerinnung erfolgt, daher kräftiger bei Männern als bei Frauen und kräftiger beim Erwachsenen als beim Kind und Embryo. In Krankheiten ist die Gerinnung des Blutes oft ausserordentlich verzögert. Dagegen gerinnt bei wiederholten Blutentziehungen das später gelassene Blut früher, als das zuerst gelassene. Bei Fröschen, die acht oder mehr Tage ausser Wasser aufbewahrt wurden, gerann das Blut nach J. Müller*) bisweilen nicht, jedesmal gerann aber dann auch die Lymphe nicht mehr; eine ähnliche Beobachtung hat neuerdings Herbst**) bei Säugethieren gemacht. Auch bei zu Tode gehetzten Thieren und nach Vergiftungen mit Opium und Blausäure, so wie nach dem Gebrauch von Phosphor, gerinnt das Blut zuweilen nicht. Eine sehr rasche Gerinnung innerhalb der grossen Gefässe beobachtete Schroeder van der Kolk nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks***). Ich habe schon früher von dem Einfluss des Rückenmarks auf die Contractilität der Gefässe gesprochen****) und möchte daher in diesem Fall

*) Physiologie 4te Aufl. Bd. I. S. 212.

**) Das Lymphsystem. Göttingen, 1844. S. 56 u. 57.

***) Vergl. J. Müller's Physiolog. 4te Aufl. Bd. 1. S. 97.

****) Vergl. S. 221 u. 222 die Anmerk. unter dem Text.

die Gerinnung von einer gehinderten Blutbewegung ableiten. Doch hebt Zerstörung des Rückenmarks und Gehirns bei unverletzter *med. oblong.* die Blutbewegung nicht auf.

Die Ursachen, welche die Gerinnung des Blutes beschleunigen oder verzögern, können ebensowohl in ihm selbst als auch ausser ihm liegen, was wohl zu unterscheiden ist. Die beschleunigte oder verlangsamte Gerinnung kann ebensowohl in einer veränderten Beschaffenheit des Blutes oder in einer grösseren oder geringeren Empfänglichkeit desselben für die Einflüsse liegen, welche die Gerinnung herbeiführen, als in einer Verstärkung dieser, oder in Verhältnissen, welche eine stärkere Einwirkung derselben möglich machen.

Einige, wie Siegwart und Schröder van der Kolk, haben geglaubt, dass die Geschwindigkeit der Gerinnung mit dem Faserstoffgehalt des Blutes zusammenhänge, doch hat die Erfahrung dieses nicht immer bestätigt.

Nach Nasse soll das specifische Gewicht des Blutwassers für die Gerinnung von Einfluss seyn. Er fand, dass Wasser, obwohl es, in grossen Mengen dem Blute zugesetzt, dessen Gerinnung verspätet, doch in ganz kleinen Mengen die Gerinnung beschleunigt. Wir werden jedoch später hören, dass überhaupt eine Menge Substanzen, sobald sie nur in kleinen Mengen dem Blute zugesetzt werden, die Gerinnung desselben beschleunigen. Es scheint, als erhielte die Gerinnung dadurch gleichsam einen Anstoss.

In einem sehr deutlichen Zusammenhang steht die Geschwindigkeit der Gerinnung mit der Menge des Blutes. Je grösser die Quantität des Blutes, desto später erfolgt

die Gerinnung. Der Grund hiervon liegt augenscheinlich in dem mit der Menge vermehrten Widerstand gegen die Einflüsse, welche die Gerinnung herbeiführen. Aus demselben Grund gerinnt auch das Blut langsamer in hohen und tiefen Gefässen, als in flachen und niedrigen.

Die Gerinnbarkeit des Blutes zeigt sich ferner abhängig von der Temperatur. Schon früher wurde erwähnt, dass gefrorenes Blut erst beim Wiederaufthauen gerinnt. Die beim Gerinnen des Blutes eintretende Veränderung seiner Mischung wird demnach durch niedrige Temperaturgrade verhindert. Höhere Temperaturgrade beschleunigen dagegen die Gerinnung, und der Mangel an Wärme kann daher nicht, wie wohl Manche geglaubt haben, die Ursache der Gerinnung seyn.

Am mächtigsten zeigt sich aber unter allen Einflüssen, denen das entleerte Blut ausgesetzt ist, die Einwirkung der atmosphärischen Luft; so dass wir berechtigt sind, die Gerinnung des Blutes als den Ausdruck der durch die Luft herbeigeführten Veränderungen desselben anzusehen. Mit dem Einflusse der atmosphärischen Luft steht das Gerinnen des Blutes in dem augenscheinlichsten Zusammenhange. Der Sauerstoff der Atmosphäre ist unzweifelhaft die Ursache, welche die Gerinnung herbeiführt. Alle Verhältnisse, welche die Einwirkung des Sauerstoffs auf das Blut und die dadurch herbeigeführte Mischungsveränderung desselben begünstigen, befördern auch seine Gerinnbarkeit, während Alles, was die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Blute vermindert oder unmöglich macht, das Gerinnen des Blutes verzögert oder gänzlich aufhebt.

Daher gerinnt das Blut nicht, wenn es nach seiner Entleerung gegen den Einfluss der Luft völlig geschützt ist. Bei Blutergüssen in's Scrotum, oder unter die Haut, oder in die vordere Augenkammer habe ich das Blut seine Flüssigkeit vollkommen bewahren sehen, und wenn es hiervon scheinbare Ausnahmen gibt, so wird sich auch als Grund derselben eine Einwirkung von Sauerstoff nachweisen lassen. Magendie sog mit einer luftdicht schliessenden Spritze Blut aus einer Arterie und dieses Blut gerann nicht. Ebenso fand Hünefeld*), dass frisch entleertes Menschen- und Froschblut, wenn es sogleich zwischen zwei Spiegelglasscheiben eingeschlossen und mit Siegellack gegen die Luft verwahrt wurde, nicht gerann, ja sogar sich Monate lang unverändert aufbewahren liess. Wenn man hiergegen einwendet, dass das Blut, auch wenn es in einen luftleeren Raum gebracht werde, dennoch gerinne, so ist darauf zu erwiedern, dass dieser Versuch gar nicht angestellt werden kann. Selbst wenn es gelingt, ohne Luftzutritt Blut in einer möglichst leeren Glocke aufzufangen, so wird aus dem Blute selbst, wie die Versuche von Magnus beweisen, hierbei Sauerstoff frei, der auf das Blut wieder zurückwirkt. Daher gerinnt auch das Blut während der Circulation, obwohl es in den Lungen Sauerstoff aufnimmt, nicht. Sobald aber der absorbirte Sauerstoff frei wird und andere Affinitäten oder die Lebenskraft ihn nicht hindern, auf das Blut zurückzuwirken, so erfolgt selbst innerhalb des Körpers eine Gerinnung des Blutes. Das Blut gerinnt daher auch nicht, wenn man es

*) Der Chemismus in der thierischen Organisation. S. 30.

bei einer sehr niedrigen Temperatur einfrieren lässt, mit der gefrorenen Masse eine Glasröhre vollkommen anfüllt, dieselbe luftdicht verschliesst und nun das Blut bei gewöhnlicher Temperatur wieder aufthaut. So fand auch Schulz, dass Blut, welches in einem leeren Darmstück aufgefangen wurde, nach 24 Stunden noch nicht geronnen war, und bekannt ist, dass Blut, welches unter Oel aufgefangen wird, nur sehr langsam gerinnt. Damit in Einklang steht eine Beobachtung von de Haen und Hewson. Der Letztere hatte einer Person Morgens um 10 Uhr vier Tassen Blut entzogen. Nachmittags um 5 Uhr hatte sich in der ersten Tasse das Serum noch nicht vollständig abgeschieden, und der Blutkuchen fühlte sich an, als ob er eine Flüssigkeit enthielte. Beim Drücken platzte er und entleerte eine Flüssigkeit, die nach wenigen Minuten an der Luft gerann. Umgekehrt wird dagegen die Gerinnung des Blutes durch Alles befördert, was die Berührung desselben mit Sauerstoff und dessen Einwirkung vermehrt. Daher gerinnt das Blut leichter bei höherer Temperatur, oder wenn durch Auffangen in flachen Gefässen oder durch Schütteln und Schlagen seine Oberfläche vergrössert wird. Aus demselben Grunde gerinnt auch das Blut um so schneller, je dünner der Strahl ist, in welchem es entleert wird und je langsamer es abfliesst. Nach Beddoes und Schröder van der Kolk gerinnt auch das Blut schneller bei Thieren, welche vorher reinen Sauerstoff eingeathmet haben. In allen Krankheiten dagegen, wobei das Athmen gehindert ist, erfolgt die Gerinnung des Blutes langsamer. Auch bei Blausüchtigen, wo die Wechselwirkung des Sauerstoffs mit dem Blute ebenfalls gehindert ist, gerinnt das Blut langsamer.

Mittel, welche, dem Blute zugesetzt, die Gerinnung desselben verhindern sollen.

Mat hat ohne Unterschied aus dem Mineral- und Pflanzenreich eine Menge Körper dem Blute zugesetzt, und ihren Einfluss auf die Gerinnung desselben beobachtet. Der Wissenschaft ist jedoch aus diesen ohne Plan angestellten Versuchen wenig Nutzen erwachsen, auch stehen die Beobachtungen selbst häufig mit einander in Widerspruch. Vor allen Dingen war hierbei zu unterscheiden, ob die dem Blute zugesetzten Mittel das Blut flüssig erhalten, weil sie wirklich die mit der Gerinnung desselben verbundene Veränderung verhindern, oder weil sie überhaupt und direct auf eine Verflüssigung des Blutes wirken. Hierüber können in vielen Fällen aber nur genaue chemische Untersuchungen Aufschluss geben, die bis dahin noch nicht gemacht sind. Von manchen der hierher gehörigen Mittel lässt sich schon ohne chemische Untersuchung behaupten, dass sie die Gerinnung des Blutes eben so gut verhindern, wie etwa der Todtschlag einen Menschen verhindert, krank zu werden. Von anderen wird die Gerinnung wahrscheinlich nur maskirt; man sieht sie nicht, wie man auch die Sonne nicht sieht bei einer Finsterniss, sie ist aber dennoch vorhanden.

Die Körper, unter deren Einfluss das Blut eine Flüssigkeit bleibt, gleichviel von welcher Art, sind folgende:

Zuerst Alkalien. Versetzt man Blut mit einer Auflösung von Kali oder Natron, so bleibt es flüssig, und diese Flüssigkeit erhält sich auch bei einer reichlichen Verdünnung mit Wasser. Wird das zugesetzte Alkali mit Essigsäure neutralisirt, so erfolgt noch nachträglich eine Gerin-

nung. Ammoniak in kleinen Mengen und stark verdünnt befördert die Gerinnung, in grösseren Mengen und concentrirt erhält es das Blut flüssig. Auch Magnesia erhält das Blut flüssig. Kalk verwandelt in grösserer Menge das Blut in eine dickliche grüne Masse, in kleinerer Menge verzögert er die Gerinnung.

Das Blut wird ferner flüssig erhalten durch viele lösliche alkalische und erdige Salze. In kleinen Mengen beschleunigen diese jedoch die Gerinnung. Hierher gehören: kohlensaures Kali, Natron und Ammoniak. Kohlensaures Ammoniak soll die Gerinnung nur verlangsamen, nicht völlig aufheben. Aehnlich wie die kohlensauren Alkalien wirken auch die essigsauren und das gallensaure Natron. — Chlornatrium, weniger gut Chlorbaryum und Salmiak, erhält das Blut ebenfalls flüssig. Ferner doppelt weinsteinsaures Kali. Weinsteinsaures Natron verzögert die Gerinnung nur. Sodann schwefelsaure Salze, namentlich schwefelsaures Natron, auch schwefelsaures Ammoniak, weniger schwefelsaures Kali. Ferner salpetersaurer Baryt und salpetersaures Kali. Endlich auch blausaures Kali, arsenigsaures Kali, doppelt borsaures Natron u. a. m. Aus jedem durch eins dieser Salze flüssig erhaltenen Blute lässt sich durch Verdünnung mit Wasser der Faserstoff niederschlagen. Es entsteht entweder eine Gallerte, oder feine Häutchen und Flocken.

Von den unlöslichen erdigen Salzen soll kohlensaurer Kalk in grosser Menge die Gerinnung verzögern, kohlensaure Magnesia dieselbe aufheben und schwefelsaurer Kalk ein braunrothes Coagulum bewirken.

Säuren sind fast alle im Stande, das Blut flüssig zu erhalten, wobei jedoch höchst wahrscheinlich das Blut ganz verändert wird, namentlich wenn es Mineralsäuren sind. Vegetabilische Säuren können nach Nasse in kleinen Mengen und verdünnt die Gerinnung beschleunigen. In Versuchen von Magendie hemmten 1 Tropfen Schwefelsäure die Gerinnung von 5 Centiliter Blut.

Unter den Gasen verhinderte nach Hünefeld Cyangas die Gerinnung vollständig. Das Blut blieb ganz flüssig.

Ausserdem hat man auch eine Menge von vegetabilischen Extracten*) versucht. *Extr. hyoscyami*, *belladonnae*, *opii*, *cicutae*, *chinae*, *digitalis*, *nicotianae*, *conii maculatae*, *sarsaparillae*, *rhei*, *ipecacuanhae*, *columbo*, *myrrhae*, *ratanhiae*, *jalappae* u. a. m. sollen mehr oder weniger die Gerinnung verhindern, obwohl von manchem dieser Mittel auch das Gegentheil behauptet wird.

Uebersichtliche Zusammenstellung der Unterschiede zwischen arteriellem und venösem Blute. Pfortaderblut.

Das venöse Blut unterscheidet sich von dem arteriellen durch:

Farbe. Das venöse Blut ist dunkelröther, als das arterielle.

Specifisches Gewicht. Das venöse Blut ist specifisch schwerer als das arterielle. In 1000 Theilen beträgt der Unterschied ungefähr 1—3. Boissier, Hamberger, Magendie behaupten jedoch das Gegentheil.

*) Unter Extracten verstehe ich hier überhaupt Auszüge.

Wärme. Das venöse Blut ist im Allgemeinen um 1° R. kälter als das arterielle. Nach Davy um 1—2° F.; nach Schwenke um 3—4°; nach Krimer um 1½—3°.

Gerinnung. Das venöse Blut gerinnt langsamer und später. Der Unterschied betrug nach Blundel beim Menschen 2, nach Davy bei Lämmern 1—4 Minuten.

Blutkuchen. Das venöse Blut gibt einen weicheren Blutkuchen und die relative Menge desselben ist geringer.

Faserstoff. Derselbe ist beim venösen Blute geringer, weicher, feiner vertheilt, mit dem Cruor inniger verbunden und löst sich in Salpeterwasser mit etwas Kali auf, was der arterielle nicht thut. Die Menge des venösen Faserstoffs verhält sich zum arteriellen im Durchschnitt etwa wie 24 : 29. Prevost und Dumas fanden bei einem Schaafe das Verhältniss wie 861:935; Berthold bei Hunden wie 500:666. Lassaigne fand aber das Gegentheil. 1000 Theile venöses Blut von einem Hunde gaben 2,10 und 1000 Theile arterielles Blut von demselben Hunde nur 2,09 Faserstoff.

Cruor. Nach Prevost, Dumas, Wedemeyer, Denis, Pallas, Lecanu und Letellier enthält das venöse Blut weniger Cruor oder Blutkörner als das arterielle. Mayer, Hering und Nasse behaupten das Gegentheil.

Eiweissstoff und Salze. Nach Denis, Blainville und den neuesten Untersuchungen von Simon enthält das venöse Blut mehr Eiweissstoff und Salze. Doch ist auch das Gegentheil behauptet worden.

Kohlensäure und Sauerstoff. Lässt man durch

das Blut Wassertoff streichen oder bringt es in einen luftleeren Raum, so entweicht Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff. Magnus erhielt bei Versuchen dieser Art *) im Allgemeinen aus dem venösen Blute weniger Kohlensäure und Sauerstoff als aus dem arteriellen. In einigen Versuchen enthielt jedoch das arterielle Blut weniger Kohlensäure, was frühere Beobachter meistens gefunden haben. Ausserdem fand Magnus das relative Verhältniss zwischen Kohlensäure und Sauerstoff in beiden Blutarten verschieden. Die relative Menge des Sauerstoffs zur Kohlensäure war im venösen Blute geringer als im arteriellen.

Gay-Lussac fand in 100 Gramm. arteriellem Blute 66 Milligramm. Kohlensäure und in 100 Gramm. venösem Blute 78 Milligramme Kohlensäure.

Elementare Zusammensetzung. Macaire und Marcet erhielten bei einer Elementaranalyse beider Blutarten vom Kaninchen:

	im arter. Blut		im venös. Blut
Kohlenstoff . . .	50,2	—	55,7
Stickstoff	16,2	—	16,2
Wasserstoff . . .	6,6	—	6,4
Sauerstoff . . .	26,3	—	21,7
	99,3		100,0

*) Wir werden weiter unten bei den chemischen Untersuchungen des Blutes auf diese Versuche zurückkommen.

Michaelis fand bei einer Analyse beider Blutarten:

	im arter. Eiweissstoff	im venösen Eiweissstoff	im arter. Cruor	im venösen Cruor	im arter. Faserstoff	im venösen Faserstoff
Kohlenstoff	53,009	52,650	51,382	53,231	51,374	50,440
Stickstoff	15,562	15,505	17,253	17,392	17,587	17,207
Wasserstoff	6,993	7,359	8,354	7,711	7,254	8,228
Sauerstoff	24,436	24,484	23,011	21,666	23,785	24,065

Hieraus scheint hervorzugehen, dass im Ganzen das venöse Blut mehr Kohlenstoff und Wasserstoff als das arterielle enthält und dieses mehr Sauerstoff und Stickstoff als das venöse.

Neigung zur Fäulniss. Das venöse Blut soll nach Thackrah früher faulen als das arterielle, doch behauptet Krimer das Gegentheil.

Schliesslich mögen hier noch einige Worte über das Pfortaderblut Platz finden.

Das Pfortaderblut unterscheidet sich von dem übrigen Blute durch eine dunklere, mehr braune Farbe. Weder Sauerstoff noch Salze färben es nach Schultz in der Weise heller, wie venöses Blut.

Das Pfortaderblut ist specifisch leichter, was wahrscheinlich von seinem grösseren Gehalt an Fett herrührt.

Es gerinnt schneller, aber unvollständig.

Der Blutkuchen bleibt eine lockere, weisse Masse und soll nach Schultz später oft wieder zerfliessen.

Der Faserstoff des Pfortaderblutes ist geringer; der Cruor soll dagegen vermehrt seyn. Thackrah behauptet das Gegentheil.

Das Serum ist röthlich. Sein Wassergehalt wird

ebensowohl als vermehrt wie vermindert angegeben. Wahrscheinlich ist er durch die zeitweise Aufnahme von Flüssigkeiten aus dem Darmkanal sehr veränderlich und dadurch auch die relative Menge des Albumins und der Salze. Das Serum soll in der Hitze nicht so schnell und vollständig gerinnen als bei anderem Blut.

Einstimmig haben die Beobachter mehr Fett im Pfortaderblut gefunden — doppelt soviel als in anderem Blut. Nach Schultz ist dieses Fett nicht gelblich und krystallisirbar, sondern braunschwarz und schmierig.

In Bezug auf seine elementare Zusammensetzung ist das Pfortaderblut an Kohlenstoff und Wasserstoff reicher. Endlich soll das Pfortaderblut später faulen.

II. Chemische Untersuchung des Blutes*).

Elementare Zusammensetzung des Blutes. Playfair und Bökmann haben gefunden, dass die elementare Zusammensetzung des Blutes genau mit der elementaren Zusammensetzung des fettfreien Muskelfleisches übereinstimmt. Im Ochsenblut, so wie es beim Schlachten erhalten wird, fanden sie:

	Playfair	Bökmann	Mittel
Kohlenstoff	51,95	51,96	51,96
Wasserstoff	7,17	7,33	7,25
Stickstoff	15,07	15,08	15,07
Sauerstoff	21,39	21,21	24,30
Asche	4,42	4,42	4,42

*) Manches von dem, was hierher gehört, wurde schon im Vorhergehenden berührt; dies war jedoch nicht gut zu umgehen.

Zieht man davon den Aschengehalt ab, so ist die Zusammensetzung des organischen Theils:

	Playfair	Bökmann	At.	berechnet
Kohlenstoff	54,19	54,20	48	54,62
Wasserstoff	7,48	7,65	78	7,24
Stickstoff	15,72	15,73	12	15,81
Sauerstoff	22,31	22,12	15	22,33

Ganz übereinstimmend damit ist die früher S. 138 mitgetheilte Zusammensetzung des Ochsenfleisches.

Blutasche. Auch diese stimmt nach Enderlin*) mit der des Fleisches überein. Aus 100 Theilen Ochsenblutasche erhielt er:

1. In Wasser lösliche Bestandtheile.	
Dreibasisch phosphorsaures Natron . .	15,769
Chlornatrium	59,340
Chlorkalium	6,120
Schwefelsaures Natron	3,855
2. In Wasser unlösliche Bestandtheile.	
Phosphorsaurer Kalk und Magnesia . . .	4,190
Eisenoxyd mit phosphorsaurem Eisenoxyd	8,277
Gyps und Verlust	1,449
	100,00

In 100 Theilen menschlicher Blutasche fand Enderlin**):

*) Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 50. S. 62.
**) Das. Bd. 49. S. 331.

1. In Wasser lösliche Bestandtheile.

Dreibasisch phosphorsaures Natron	22,100	83,746
Chlornatrium	54,769	
Chlorkalium	4,416	
Schwefelsaures Natron	2,461	

2. In Wasser unlösliche Bestandtheile.

Phosphorsaurer Kalk	3,636	15,175
Phosphorsaure Bittererde . . .	0,769	
Eisenoxyd mit etwas phosphorsaurem Eisenoxyd	10,770	
		98,921

Gyps war nicht in der Asche vorhanden.

Die Abwesenheit der kohlensauren Alkalien in der Blutasche hat Enderlin veranlasst, ihre Gegenwart auch im Blute zu leugnen. Allein es fragt sich, ob dieser Schluss richtig ist. Enderlin selbst macht die Bemerkung, dass Blutasche, welche mehrere Stunden an der Luft gelegen hat, mit Säuren übergossen aufbraust und Kohlensäure entwickelt. Das dreibasisch phosphorsaure Natron besitzt nämlich die Eigenschaft, Kohlensäure aufzunehmen und verwandelt sich dabei in $2\,NaO,\ P_2\,O_5,\ HO$ und $NaO,\ C_1\,O_2$. Wird dieses geglüht, so geht die Kohlensäure und das Wasser wieder fort und man erhält wieder $3\,NaO,\ P_2\,O_5$. Hiernach könnte aber dennoch kohlensaures Natron im Blute vorhanden seyn, wenn es nur in solcher Menge vorhanden ist, dass sich beim Glühen des Blutes $3\,NaO,\ P_2\,O_5$ bilden kann. Auch fragt sich, ob das in der Blutasche gefundene dreibasisch phosphorsaure Natron nicht zum Theil auf Kosten von Chlornatrium entstanden ist. Die Anwesen-

heit von etwas Gyps, den Enderlin in der Ochsenblutasche fand, könnte eher für die Abwesenheit kohlensaurer Alkalien sprechen, allein da Enderlin sein Verfahren nicht angegeben hat, so kann man auch nicht wissen was er hier etwa für Fehler beging. Für die Anwesenheit kohlensaurer Alkalien im Blute spricht aber unzweifelhaft ihre Ausscheidung durch die Nieren. Es wäre ganz ungegründet, wenn Enderlin annehmen wollte, dass die kohlensauren Alkalien des Urins nicht auch im Blute vorhanden wären.

Blutgase. Das Blut enthält nach Magnus Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff, und zwar von der ersten am meisten und von dem letzten am wenigsten. Dass in dem Blute Kohlensäure vorhanden sey, ging schon aus älteren Beobachtungen hervor. Bereits Spallanzani und Edwards hatten beobachtet, dass Thiere fortfahren Kohlensäure auszuathmen, auch wenn sie Luft einathmen, die keinen Sauerstoff enthält. Die ausgeschiedene Kohlensäure musste also im Blute vorhanden seyn und konnte nicht erst beim Athmen gebildet werden. Magnus erhob dieses aber über allen Zweifel, indem er einen Strom Wasserstoff durch frisch entleertes Blut leitete, wobei sich in einem stets abnehmenden Verhältniss Kohlensäure entwickelte. Magnus erhielt dann aber auch mit Hülfe der Luftpumpe und eines eignen Apparates *) aus dem Blute Sauerstoff und

*) Der Apparat, den Magnus anwandte bestand aus einem birnförmigen Gefäss von Glas, welches oben und unten offen war, an seinem oberen Ende aber durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden konnte. Beim Gebrauch wurde das Gefäss zuerst zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt und in eine Quecksilberwanne gestellt. Hierauf füllte er die andere Hälfte mit frischem

Stickstoff. Die von ihm angestellten Versuche hatten folgende Resultate:

		Kohlensäure,	Sauerst.	Stickst.
125 CC. arterielles Blut von einem Pferde gaben:		5,4	1,9	2,5
205 CC. venös. Blut von demselben Pferd .	—	8,8	2,3	1,1
195 CC. von demselben Blut	—	10,0	2,5	1,7
130 CC. art. Blut von einem alten Pferd	—	10,7	4,1	1,5
122 CC. von demselben Blut	—	7,0	2,2	1,0
170 CC. venös. Blut von demselben Pferd .	—	12,4	2,5	4,0
123 CC. art. Blut von einem Kalb . .	—	9,4	3,5	1,6
108 CC. von demselben Blut	—	7,0	3,0	2,6
153 CC. venös. Blut von demselben . . .	—	10,2	1,8	1,3
140 CC. von demselben Blut	—	6,1	1,0	0,6

Blut, brachte unter das offene Ende eine Schale und setzte mit dieser das Gefäss auf den Teller einer Luftpumpe. Ueber den Apparat wurde nun eine Glocke gestellt, die durch eine Oeffnung in ihrem Gewölbe den Hals des Gefässes sammt dem Hahn durchtreten liess. Die Stelle des Durchgangs wurde durch Kautschuk luftdicht verschlossen. Die Luft der Glocke wurde nun entleert, bis alles Quecksilber aus dem birnförmigen Gefässe heraustrat und nur das Blut darin blieb. Ueber dem Blute musste nun ein luftleerer Raum entstehen, in den die Gase des Blutes abdunsten konnten. So blieb der Apparat eine halbe

Hiernach betragen die aus dem Blute entwickelten Gase im Durchschnitt $\frac{1}{10}$, bisweilen $\frac{1}{8}$ von dem Volumen des untersuchten Blutes. Ganz wider Erwarten ist es jedoch, dass im Durchschnitt das arterielle Blut mehr Kohlensäure enthält als das venöse. Fast möchte man glauben, dass ein Theil dieser Kohlensäure als solche nicht im Blute vorhanden war, sondern sich erst während des Versuchs gebildet hat. Die Menge des Sauerstoffs ist relativ und absolut grösser im arteriellen Blute, als im venösen. Der Stickstoffgehalt ist nicht constant verschieden.

Es fragt sich nun, wie sind Kohlensäure und Sauerstoff in dem Blute enthalten? Bisher war man geneigt, sich die Kohlensäure im Blute in Verbindung mit Natron als doppeltkohlensaures Natron zu denken. Hiermit im Einklang steht, dass eine wässerige Lösung von doppeltkohlensaurem Natron sowohl unter der Luftpumpe als auch beim Durchstreichen von Wasserstoff oder Luft einen Theil seiner Kohlensäure fahren lässt, und dass der Natrongehalt des Blutes gross genug ist, um sich die ihm entziehbare Menge Koh-

Stunde stehen. Dann wurde an den durch den Hahn verschlossenen Hals eine mit Quecksilber gefüllte Röhre aufgeschraubt, die ebenfalls durch zwei Hähne verschlossen war. Das Quecksilber in der aufgeschraubten Röhre wurde nun in das birnförmige Gefäss hinabgelassen, und indem man darauf in die Glasglocke behutsam Luft eintreten liess, wurden durch das steigende Quecksilber die aus dem Blute abgedunsteten Gase in die aufgeschraubte Röhre hineingedrängt. Man schloss dann diese Röhre ab, schraubte sie los, und liess das darin befindliche Gas in eine graduirte Röhre steigen, worin es gemessen und untersucht wurde. Das Rohr wurde dann wieder mit Quecksilber gefüllt, von Neuem aufgeschraubt und diese Operation so lange wiederholt, als das Blut eine bemerkbare Menge von Gas abgab.

lensäure damit in Verbindung zu denken*). Enderlin**) glaubte jedoch nach seinen Untersuchungen die Anwesenheit kohlensaurer Alkalien im Blute in Abrede stellen zu können, allein dieses beruht auf einer falschen Folgerung, wie wir bereits oben S. 329 dargethan haben. Wären wirklich keine kohlensauren Alkalien im Blute vorhanden, so könnte dieses zu der Annahme führen, dass im Blute freie Kohlensäure vorhanden sey. Allein das Blut reagirt nicht nur alkalisch, sondern kann auch noch Kohlensäure absorbiren. Nach Jones absorbirten 100 Volumen Blutserum 107 Volumen Kohlensäure, also etwas mehr als ihr gleiches Volumen, oder ziemlich wie reines Wasser; und nach Scheerer***) absorbirte Ochsenblutserum mehr als sein doppeltes Volumen. 100 Volumen Ochsenblutserum absorbirten 206 Volumen Kohlensäure. Die Hälfte davon schied sich bei Zusatz von Essigsäure wieder ab, die andere Hälfte blieb zurück. Auf Zusatz von 50 Volumen Essigsäure schieden sich nämlich 96,5 Volumen Kohlensäure wieder ab. Hiernach ist es nicht wahrscheinlich, dass Kohlensäure ungebunden im Blute vorhanden sey. Es ist Kohlensäure im Blute unzweifelhaft in Verbindung mit Natron, vielleicht aber auch in Verbindung mit Albumin und Fibrin, da Bird gezeigt hat, dass, wenn nicht geronnenes Albumin mit kohlensaurem Natron zusammengebracht wird, sich sowohl Albuminnatron als kohlensaures Albumin bildet. Es ist daher denkbar, dass die beim Athmen ausgeschiedene Kohlensäure sowohl von doppelt-

*) Vergleiche Handwörterbuch der Chemie von Liebig, Poggendorf u. Wöhler Bd. I. S. 900.

**) Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 49. S. 326.

***) Das. Bd. 40. S. 30.

kohlensaurem Natron, als von kohlensaurem Albumin und Fibrin stammt.

Ebenso ist vielleicht auch der Sauerstoff mit dem Fibrin des lebendigen Blutes anfänglich in einer lockeren Verbindung; sehr geringe Umstände reichen jedoch vielleicht hin, diese fester zu machen.

Organische Bestandtheile des Blutes. Die organischen Bestandtheile des Blutes sind, wie schon zum Theil aus dem Früheren erhellt, besonders Eiweissstoff, Faserstoff, Farbestoff und Fett, nach Gmelin auch Casein. Ausserdem gibt es nach Berzelius in den Blutkörperchen noch einen eigenthümlichen Stoff, den er Globulin nennt. Simon hält ihn dem Käsestoff verwandt. Liebig leugnet diesen besonderen Körper.

Wird durch Ausziehen mit Wasser, Weingeist und Aether gereinigter und durch Behandeln mit verdünnter Salzsäure von Erdsalzen, namentlich phosphorsaurem Kalk, befreiter Eiweissstoff oder Faserstoff in mässig starker Kalilauge aufgelöst, die Auflösung zu + 50° C. erwärmt und dann mit Essigsäure neutralisirt, so erhält man einen Niederschlag*), der ausgewaschen einen Körper von bestimmter Zusammensetzung und bestimmten Eigenschaften darstellt, das schon öfter erwähnte Protein. Dieser Körper ist von Mulder entdeckt worden und bildet nach ihm sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich den Grundstoff von

*) In der Flüssigkeit hat sich Proteinkali, etwas Schwefelkalium, schwefligsaures Kali und phosphorsaures Kali gebildet. Wird nun Essigsäure bis zur Neutralisation zugesetzt, so zerlegt sich das Proteinkali, und Protein, das in Wasser unlöslich ist, fällt nieder.

Albumin, Fibrin, Casein und vielleicht noch von manchen anderen Materien *). Ehe wir daher in eine nähere Darstellung der Eigenschaften von Albumin und Fibrin eingehen, wird es zweckmässig seyn, eine kurze Schilderung dieses Grundstoffs vorauszuschicken.

Das **Protein** (von πρωτεύω, der Erste seyn) hat folgende Eigenschaften: Auf obige Art dargestellt und ausgewaschen bildet es gelatinöse, halb durchscheinende, grauliche Flocken, die ausgetrocknet hart, spröde und gelblich werden. Es besitzt weder Geschmack noch Geruch. An der Luft zieht es leicht Feuchtigkeit an, die es aber bei 100° C. wieder völlig verliert. Erhitzt schmilzt es nicht eher, als bis es anfängt zersetzt zu werden. Es bläht sich dann auf, gibt die Producte der trocknen Destillation stick-

*) Ob das Protein als solches in den erwähnten Materien vorhanden ist, bleibt freilich dahingestellt. Allein wenn dieses auch nicht der Fall ist, so ist jedenfalls höchst wichtig, dass gewisse organische Materien unter gleichen Einflüssen sich in denselben Körper umsetzen, mithin in gewisser Beziehung gleichartig seyn müssen. Auch können wir immerhin von Protein als von etwas in unserem Körper Vorhandenem sprechen, sofern wir darunter eine Materie verstehen, die sich für uns in einer bestimmten Zusammensetzung darstellt, allein wir müssen uns hüten, daraus voreilige Folgerungen auf den Process des organischen Lebens zu machen, oder mit chemischen Formeln unser Spiel zu treiben. Nichts ist gehaltloser als wenn Jemand z. B. sagt: Nehmen wir an, dass die Formel des Blutes gleich x sey, und nehmen wir a Atome Blut und dazu b Atome Sauerstoff, so wird klar, wie aus dem Blute Nervensubstanz = c werden kann und wie man dabei als Nebenproduct Kohlensäure, Galle, Harnstoff und noch einiges Andere erhält. — Dass wir auf dem besten Wege zu solchen nichtssagenden Erklärungen sind, unterliegt keinem Zweifel. *Exempla sunt odiosa.*

stoffhaltiger Körper und hinterlässt eine Kohle, die leicht und ohne Rückstand verbrennt.

Das Protein ist unauflöslich in Wasser, Weingeist, Aether und flüchtigen Oelen. Bei der Analyse desselben erhielt Mulder:

	aus Fibrin	aus Albumin	At.	berechnet
Kohlenstoff	55,44	55,30	40	55,29
Wasserstoff	5,95	6,94	62	7,00
Stickstoff	16,65	16,02	10	16,01
Sauerstoff	21,36	21,34	12	21,70

Scherer erhielt bei der Analyse desselben:

	aus Fibrin	aus Albumin	At.	berechnet
Kohlenstoff	54,848	55,160	48	55,742
Wasserstoff	6,959	7,050	72	6,827
Stickstoff	15,847	15,966	12	16,143
Sauerstoff	22,346	21,819	14	21,288

Wird Protein so lange mit Kali gekocht, als sich noch Ammoniak entwickelt, die Flüssigkeit dann möglichst genau mit Schwefelsäure neutralisirt, zur Trockne abgedampft und der Rückstand durch Auskochen mit Alkohol erschöpft, so lösen sich darin drei Zersetzungsproducte desselben auf, Erythroprotid, Leucin und Protid. Die beiden ersten davon scheiden sich beim Erkalten und beim Verdunsten der Flüssigkeit an der Luft grösstentheils ab, während das dritte in Verbindung mit ameisensaurem Kali in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Das Erythroprodit C_{13} H_{16} N_2 O_5 ist in seiner Zusammensetzung dem Leim verwandt, erscheint beim Erkalten des Alkohols in ölartigen rothbraunen Tropfen auf

der Oberfläche. Es ist in Wasser leicht löslich und wird aus der wässerigen Lösung durch Blei-, Silber- und Quecksilbersalze rosenroth gefällt.

Das Leucin $C_{12}\ H_{24}\ N_2\ O_4$ krystallisirt beim Verdunsten des Alkohols an der Luft in glänzenden Schuppen, dem Cholestearin ähnlich, ist ohne Geruch und Geschmack, knirscht zwischen den Zähnen. Es löst sich leicht in Wasser und Alkohol, aber nicht in Aether, und sublimirt bei $+ 170^0$ ohne Zersetzung über. Aus seiner Lösung wird es durch kein anderes Metallsalz, als salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt.

Das Protid $C_{13}\ H_{18}\ N_2\ O_4$, in seiner Zusammensetzung wie das Erythroprodit dem Leim verwandt, ist hellgelb, leicht zu pulvern, in Wasser und Alkohol löslich, wird nur durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt und kann daher leicht von Erythroprotid, das durch neutrales essigsaures Blei gefällt wird, getrennt werden.

Die durch das Kali bewirkte Metamorphose des Proteins erklärt Mulder, indem er annimmt, dass 2 At. Protein 9 At. Wasser aufnehmen $= C_{80}\ H_{142}\ N_{20}\ O_{33}$ in folgender Weise:

	C	H	N	O
2 At. Erythroprotid	C_{26}	H_{32}	N_4	O_{10}
2 At. Protein	C_{26}	H_{36}	N_4	O_8
2 At. Leucin	C_{24}	H_{48}	N_4	O_8
4 At. Ammoniak ($H_6\ N_2$)		H_{24}	N_8	
2 At. Kohlensäure	C_2			O_4
1 At. Ameisensäure	C_2	H_2		O_3
	C_{80}	H_{142}	N_{20}	O_{33}

Protein und Sauerstoff. Das Protein verbindet

sich mit Sauerstoff und bildet damit Proteinbioxyd und Proteintritoxyd.

Proteinbioxyd findet sich im Blute, macht einen Hauptbestandtheil der *crusta inflammatoria* aus und bildet sich beim anhaltenden Kochen des Fibrins mit Wasser, wo es ungelöst zurückbleibt. Van Laer erhielt es auch mit Hülfe von Kali aus den Haaren, wo das Protein in Verbindung mit einer entsprechenden Menge Schwefel vorkommt. Wird nämlich aus einer Auflösung der Haare in Kalilauge zuerst durch Essigsäure oder Salzsäure alles Protein niedergeschlagen, so entsteht auf den Zusatz von neuer Säure ein zweiter Niederschlag, der Proteinbioxyd ist. Dasselbe ist nach dem Auswaschen hellgelb, beim Trocknen an der Luft wird es schwarz, glänzend und harzartig. Zerrieben bildet es ein dunkelbernsteingelbes Pulver. In Wasser und Weingeist ist es unlöslich. In verdünnter Essigsäure löst es sich beim Erwärmen leicht auf, eben so in verdünnter Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure. Die saure Auflösung wird durch gelbes und rothes Blutlaugensalz, essigsaures Bleioxyd, Gallustinctur und Kali gefällt.

Auch in Ammoniak und Kali wird es gelöst, und kann dann durch Säuren, die nicht im Ueberschuss zugesetzt werden, daraus wieder niedergeschlagen werden. Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

	aus Fibrin Mulder	aus Albumin v. Laer	At.	berechnet
Kohlenstoff	53,72	53,44	40	53,36
Wasserstoff	6,73	7,04	62	6,75
Stickstoff	14,82	14,51	10	15,45
Sauerstoff	24,73	25,01	14	24,44

Das Proteinbioxyd ist demnach Protein C_{40} H_{62} N_{10} $O_{12} + O_2$.

Unter dem Einflusse von Chlor kann nach van Laer dem Proteinbioxyd ein Aequivalent Stickstoff entzogen werden. Zugleich zerlegt sich Wasser. Drei Aequivalent Wasserstoff verbinden sich mit dem entzogenen Stickstoff zu Ammoniak und der Sauerstoff des zerlegten Wassers verbindet sich mit dem Proteinbioxyd zu einem neuen Körper C_{40} H_{62} N_8 O_{17}. Dieser enthält also 2 At. Stickstoff weniger und 5 At. Sauerstoff mehr als das Protein. In Verbindung mit chloriger Säure Cl_2 O_3 ist er eine weissgelbe, nach dem Trocknen halbdurchscheinende Masse. Schon bei 35° schmilzt diese, wie chlorigsaurer Leim, wenn sie nicht gut getrocknet ist. In absolutem Alkohol löst sie sich vollkommen auf, aber nicht in Wasser. Mit Wasser gekocht scheidet sich eine weisse klebrige Materie aus, die von Essigsäure aufgelöst wird. In Ammoniak oder Kali gelöst, wird sie durch Schwefelsäure wieder daraus gefällt. In Salpetersäure löst sie sich ohne gelbe Farbe und wird in dieser Lösung durch Blutlaugensalz blutroth gefärbt.

Proteintritoxyd. Findet sich ebenfalls im Blute und der *crusta inflammatoria*. In Wasser gelöst erhält man es beim Kochen von Fibrin und Albumin. Auch entsteht es unter Entwickelung von Stickgas, wenn chlorigsaures Protein in Ammoniak gelöst wird. Aus der verdampften und in heissem Wasser wieder gelösten Masse schlägt Alkohol es nieder. Getrocknet ist es eine bernsteingelbe oder weisse zerreibliche Masse, die sich in Wasser, aber nicht in Alkohol, Aether, fetten oder flüchtigen Oelen auflöst. Reagirt

weder sauer, noch alkalisch. Die wässerige Auflösung wird durch verdünnte Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, dreibasische Phosphorsäure, Gerbsäure, Chlorwasser, Sublimat, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd gefällt. Ferner durch salpetersaures Silberoxyd, schwefelsaures Zinkoxyd und Eisenoxyd. Dagegen wird sie nicht gefällt durch verdünnte Essigsäure, durch neutrale Kali- und Natronsalze, durch Blutlaugensalz, Chlorbaryum und Salmiak. Die Analyse gab folgende Zusammensetzung:

	Proteintritoxyd aus gekochtem Eiweiss	Proteintritoxyd aus chlorigsaur. Protein	At.	berechnet
Kohlenstoff	51,38	51,47	40	51,45
Wasserstoff	6,78	6,60	64	6,72
Stickstoff	15,01	15,37	10	14,92
Sauerstoff	26,82	26,95	16	26,93

Das Proteintritoxyd ist also Protein $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} + O_3 + O_2 H$. Ein wasserfreies Proteintritoxyd erhielt van Laer aus Haaren. Mit Metalloxyden verbindet sich das Proteintritoxyd zu Doppelsalzen, die nach der Formel $C_{40} H_{62} N_{10} O_{15} + MO + C_{40} H_{62} N_{10} O_{15} + H_2 O$ zusammengesetzt sind. Nach Schröder*) können sich auch 3 Aequivalent Proteintritoxyd mit 2 Aequivalent chloriger Säure verbinden. $3 C_{40} H_{64} N_{10} O_{16} + 2 Cl_2 O_3$.

Protein und Säuren. Das Protein bildet mit Säuren lösliche Verbindungen. Essigsäure und Phosphorsäure lösen es bei jedem Concentrationsgrade auf. Aus seinen sauren Auflösungen wird das Protein durch Blutlaugensalz,

*) Journal für pract. Chemie Bd. 31. S. 312.

Eisencyankalium, Gerbsäure und durch Neutralisation mit einem Alkali gefällt.

Mit Salzsäure verbindet sich das Protein in zwei verschiedenen Verhältnissen. Es können sich nämlich verbinden 2 At. Protein mit 3 At. Salzsäure und 2 At. Protein mit 1 At. Salzsäure und 1 At. Wasser.

Concentrirte Salzsäure löst das Protein mit indigblauer Farbe auf, wenn die Luft dabei zutritt. Durch Kochen wird die Auflösung schwarz. Die durch Salzsäure bewirkte Farbenveränderung ist die Folge einer Zersetzung. Es hat sich Salmiak und humussaures Ammoniak gebildet.

Salpetersäure entwickelt aus Protein Stickstoff und etwas Stickstoffoxyd, zugleich bildet sich salpetersaures Ammoniak, Oxalsäure und Zuckersäure. Ungelöst bleibt eine hochgelbe Substanz, Xanthoproteinsäure, von folgender Zusammensetzung:

	gefunden			At.	berechnet
Kohlenstoff	51,25	51,39	51,60	34	51,65
Wasserstoff	6,64	6,50	6,65	52	6,45
Stickstoff	14,00	14,00	14,00	8	14,07
Sauerstoff	28,11	28,11	27,75	14	27,83

Die Salze dieser Säure mit Alkalien sind roth, die mit Metalloxyden gelb *).

*) Unter dem Einflusse von Salpetersäure entstehen jedoch aus Proteïnverbindungen noch andere Producte, die bis jetzt unbekannt sind und eine nähere Untersuchung verdienen. Ich hatte Blut, mit verdünnter Salpetersäure übergossen, mehrere Monate bei Zutritt der Luft stehen lassen, wobei es sich grösstentheils auflöste. Als alle Gasentwickelung aufgehört hatte, wurde die Flüssigkeit von dem schmutzig grünen Bodensatz abfiltrirt. Sie

Mit Schwefelsäure verbindet sich das Protein in zwei verschiedenen Verhältnissen. Es kann sich 1 At. Schwefelsäure mit 1 At. Protein und mit 2 At. Protein verbinden. Die erste Verbindung ist wasserfrei, die zweite enthält noch 2 At. Wasser. Die alkalische Auflösung der Proteinschwefelsäure wird durch Kalk- und Barytsalze nicht gefällt.

Eine Verbindung von chloriger Säure mit Protein erhält man, wenn Chlor in eine ammoniakalische Auflösung einer Proteinverbindung geleitet wird. Es entsteht ein Niederschlag, der ausgewaschen und getrocknet ein strohgelbes, fettig anzufüllendes Pulver darstellt, welches in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich ist. In Ammoniak aufgelöst und verdampft, bleibt ein Rückstand, aus dessen kochend heisser Lösung in Wasser, Alkohol Proteintritoxyd niederschlägt.

Protein und Alkalien. Mit Alkalien und alkalischen Erden vereinigt sich das Protein zu Verbindungen, die in Wasser leicht löslich sind und durch Alkohol daraus gefällt werden. Die mit Essigsäure neutralisirte Lö-

war braungelb, offenbar von Blutroth, und enthielt noch unzerlegte Salpetersäure. Mit Ammoniak oder kohlensaurem Natron neutralisirt, färbte sie sich dunkler roth. Die neutralisirte Flüssigkeit wurde weder durch Kalk- noch durch Barytwasser gefällt, enthielt also weder Kleesäure noch Zuckersäure. Salpetersaures Silber fällte sie weiss, Bleizucker gelb, Gallustinctur schied braune Flocken aus, schwefelsaures Kupferoxyd fällte sie grün. Blutlaugensalz bewirkte keinen Niederschlag. Wurde die nicht neutralisirte Flüssigkeit bei gelindem Feuer abgedampft, so blieb eine sehr klebrige Flüssigkeit. Ich dachte an künstliche Galle. Weitere Untersuchungen konnte ich noch nicht anstellen, zumal ich nur wenig von diesem Zersetzungsproduct besass.

sung des Proteins gibt mit salpetersaurem oder neutralem essigsauren Bleioxyd einen Niederschlag, der 12,45—12,68 Bleioxyd, mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine Verbindung, die 30,63 Bleioxyd, und mit salpetersaurem Silber eine Verbindung, die 12,63 Silberoxyd enthält.

Eiweissstoff, Albumin.

Nach Mulder kann das Albumin angesehen werden als eine Verbindung von:

10 At. Protein	$C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}$	
2 At. Schwefel		S_2
1 At. Phosphor		Ph.
1 At. Albumin	$C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}\ S_2$ Ph.	

Im Albumin aus Eiern fand Mulder nur 1 At. Schwefel. Eine gleiche Zusammensetzung hat das vegetabilisische Albumin.

Das Albumin findet sich nicht nur im Blutserum, sondern auch im Chylus, der Lymphe und allen serösen Flüssigkeiten. Auch in der Substanz mancher Organe, z. B. sehr reichlich in den Nieren, im Gehirn und den Nerven. Die Excretionen enthalten normaler Weise kein Albumin. Ist dieses der Fall, so sind Ernährung und Absonderung sicherlich gestört.

Man erhält das Albumin aus Blutserum, wenn dieses im luftleeren Raum, oder bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur im Platintiegel eingedampft, und der gelbe gepulverte Rückstand mit Aether und Alkohol ausgezogen wird. Das so erhaltene Albumin ist eine gelbliche, durchscheinende, glänzende, geschmack- und geruchlose

Masse, die nun selbst einer Temperatur bis 100° ausgesetzt werden kann, ohne sich zu verändern. In kaltem Wasser löst sie sich schleimig wieder auf. Alkalische Laugen und Salze mit alkalischer Basis, namentlich salpetersaures und schwefelsaures Natron, machen die Lösung sehr leicht. Das Albumin enthält ausser Schwefel und Phosphor immer noch einige Salze, von denen es schwer ganz zu befreien ist. Nach Mulder hinterläst es 2,03 % Asche. Albumin aus Eiern hinterlässt mehr Asche. Sie enthält Kochsalz, phosphorsaures und schwefelsaures Natron und phosphorsauren Kalk.

Das flüssige oder lösliche Eisweiss wird bei höherer Temperatur, sowie durch Galvanismus, Kreosot, starken Alkohol *), die meisten Säuren und viele Salze in den geronnenen oder in Wasser unlöslichen Zustand übergeführt. Die Gerinnung durch Hitze beginnt bei einer Temperatur von 60°, und findet selbst im luftleren Raum, ohne Gasentwickelung oder Ab- und Zunahme des Umfangs, Statt. Welche Verändernng das Albumin beim Gerinnen durch Hitze erleidet, ist unbekannt, auch ist diese Gerinnung wahrscheinlich von der auf anderen Wegen herbeigeführten verschieden. Enthält das Eiweiss viel Wasser, so wird es bei 60—75° nur trübe und gerinnt erst, nachdem das überflüssige Wasser verdunstet ist.

Wird Albumin durch ein Metallsalz niedergeschlagen, so wird Basis und Säure des Salzes getrennt, und das Albumin verbindet sich eben so wohl mit der Base als der Säure.

*) Enthält der Alkohol viel Wasser, so wird das Albumin gefällt, ohne zu coaguliren.

Die Verbindung mit der letzteren kann durch Auswaschen entfernt werden.

Das geronnene Albumin bildet frisch weisse Flocken oder zusammenhängende Massen. Getrocknet ist es durchscheinend, gelblich, brüchig und pulverisirbar. In kaltem Wasser quillt es auf. Ein Theil coagulirtes getrocknetes Albumin saugt in 4 Tagen fünf Theile Wasser ein.

Wird geronnenes Albumin im Papinischen Digestor einer Temperatur von beinah 200° ausgesetzt, so löst es sich nach Gmelin fast völlig auf; zugleich findet man die Wände des kupfernen Gefässes mit Schwefelkupfer überzogen. Nach Will und Vogel*) geht diese Auflösung schon bei 150° C. von Statten.

Wird Eiweiss, wie es im Blutserum vorhanden ist, mit Sauerstoff in Berührung gebracht, so nimmt es davon auf, allein es bildet sich keine Kohlensäure. Wird aber das im Blutserum befindliche Eiweiss eingetrocknet und durch Auswaschen von Salzen möglichst befreit, so findet mit der Absorption von Sauerstoff zugleich eine Entwickelung von Kohlensäure Statt. Scheerer**) fand in diesem Falle bei einer Absorption von 8 C.C. Sauerstoff die gleichzeitige Entwickelung von 22 C.C. Kohlensäure.

Die Aufnahme von Sauerstoff und die Löslichkeit des Albumins beim anhaltenden Kochen stehen mit einander in

*) Annal. der Chem. und Pharm. von J. Liebig und F. Wöhler Bd. 41. S. 238.

**) Annal. d Chem. u. Pharm. Bd. 40. S. 20.

nahem Zusammenhange, da, wie wir jetzt wissen, sich hierbei aus dem Protein des Albumins Proteintritoxyd bildet, welches in Wasser löslich ist.

Das Albumin ist gänzlich unlöslich in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Aether und Terpertinöl bewirken auch in flüssigem Albumin aus Eiern eine Gerinnung, aber nicht in Blutserum.

Concentrirte Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Gerbsäure und Metaphosphorsäure schlagen das flüssige Eiweiss sogleich nieder. Die Einwirkung der Schwefelsäure verhält sich jedoch nach Hruschauer*) hierbei anders als die der Salz- und Salpetersäure. Durch die beiden letzteren wird das Albumin verändert, während die erstere sich auswaschen lässt und Albumin unverändert zurückbleibt.

Bei einer Temperatur von 70—80° lässt sich geronnenes Albumin in sehr verdünnter Salzsäure innerhalb einiger Tage auflösen. Nur wenige weisse Flocken bleiben dabei zurück. Ob sich hierbei Protein oxydirt, ist noch nicht untersucht, aber wahrscheinlich.

Essigsäure, Weinsäure und gewöhnliche Phosphorsäure fällen Eiweiss nicht, und verhindern sogar dessen Gerinnung in der Hitze. Alle sauren Auflösungen des Albumins werden durch Galläpfeltinctur und Blutlaugensalz gefällt.

Alkalien lösen Eiweiss schnell und leicht auf, die kaustischen schneller als die kohlensauren, namentlich Natron. Wird flüssiges Albumin mit kohlensaurem Natron zusam-

*) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 46. S. 348.

mengebracht, so wird dieses Salz ähnlich wie die Metallsalze zerlegt, und es entsteht nach Bird kohlensaures Albumin und Albuminnatron. Wird geronnenes Albumin mit kohlensaurem Natron gekocht, so entweicht Kohlensäure und sich lösendes Albuminnatron bleibt zurück. Ammoniak löst Albumin schwierig. Auch viele Salze mit alkalischer Basis lösen das Albumin, wie phosphorsaures Natron, schwefelfelsaures Natron, milchsaures und phosphorsaures Ammoniak, Salpeter und Kochsalz. Hieraus scheint hervorzugehen, dass die im Blutserum befindlichen Neutralsalze einigen Antheil an der Lösung des Albumins haben.

Viele Metallsalze schlagen dagegen das Albumin nieder. Am empfindlichsten sind Quecksilberchlorid und salpetersaures Quecksilberoxydul, welche selbst $\frac{1}{2000}$ Albumin noch anzeigen. Nach Hünefeld ist auch Chromsäure und doppeltchromsaures Kali ein sehr empfindliches Reagens auf Albumin.

Faserstoff, Fibrin.

Nach Mulder kann das von Fett und Salzen befreite Fibrin betrachtet werden als eine Verbindung von:

10 At. Protein	$C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}$
1 At. Schwefel	S
1 At. Phosphor	Ph
1 At. Fibrin	$C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}$ S Ph.

Das Fibrin befindet sich im flüssigen Zustande nicht nur im Blute, sondern auch im Chylus und der Lymphe, und bildet im festen Zustande einen Hauptbestandtheil der Muskeln.

Man erhält das Fibrin im festen Zustande aus dem Blute, wenn geschlagenes Blut oder Blutkuchen zwischen reiner Leinwand wiederholt mit Wasser ausgewaschen wird. Das so erhaltene Fibrin wird zur Entfernung von Fett und Extractivstoffen zuerst mit Alkohol und dann mit Aether ausgezogen.

Getrocknet stellt es eine harte, zähe, halbdurchscheinende, gelbliche, hornartige, zusammenhängende, geruch- und geschmacklose Masse dar. Sie schmilzt in der Wärme, riecht dabei nach verbranntem Horn und hinterlässt eine stickstoffhaltige Kohle. Vollkommen eingeäschert bleiben 0,77—2,5 Proc. Asche, welche aus phosphorsaurem Kalk nebst Spuren von phosphorsaurer Bittererde und Kieselerde bestehen.

Das Fibrin ist in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich. Das eingetrocknete quillt in Wasser auf und saugt sein dreifaches Gewicht Wasser ein.

Mit Sauerstoff in Berührung wird derselbe sehr begierig von feuchtem Fibrin aufgenommen und gleichzeitig Kohlensäure entwickelt. Scheerer *) brachte frisches feuchtes Fibrin in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke. Nach 14 Tagen waren 68 CC. Sauerstoff verschwunden und dagegen 50 CC. Kohlensäure vorhanden. In einem Falle blieb die Entwickelung von Kohlensäure jedoch aus, als Scheerer vorübergehend gekochtes Fibrin anwandte, sie fehlte aber nicht bei Ochsenfleisch, das mehrere Stunden gekocht hatte. Schon früher war wiederholt die Beobach-

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 40. S. 13.

tung gemacht worden, dass Fibrin sich beim Kochen theilweise auflöst. Diese Löslichkeit, so wie die Neigung des Fibrins, Sauersoff aufzunehmen, erklären sich jetzt genügend aus der von Mulder gemachten Entdeckung, dass das Protein des Fibrins sich in Proteinbioxyd und Proteintritoxyd umwandeln kann, von denen das letztere in Wasser löslich ist. In der Neigung, sich zu oxydiren, zeigt das Fibrin-Protein eine bemerkbare Verschiedenheit von dem Albumin-Protein. Während das erstere zunächst in Proteinbioxyd übergeht und dann in Proteintritoxyd, bildet sich aus dem letzteren sogleich Proteintritoxyd. Aus dem Bestreben des Fibrins, selbst bei gewöhnlicher Temperatur sofort Sauerstoff aufzunehmen, um die erwähnten Oxydationsstufen des Proteins zu bilden, und aus der Unmöglichkeit, Fibrin bei Abschluss der Luft zu erhalten, erklärt Mulder, woher es kommt, dass Fibrin bei der Elementaranalyse immer etwas mehr Sauerstoff und etwas weniger Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff gibt, als das Albumin.

Wird Fibrin aus venösem Blute in eine Mischung von 270—300 Theilen Wasser, 50 Theilen Salpeter und 3 Theilen Alkali gebracht, so löst es sich nach Denis fast gänzlich auf, was Scheerer*) bestätigt. Prüft man die abfiltrirte Lösung, so verhält sie sich fast wie Eiweiss, d. h. sie coagulirt beim Sieden, wird durch Weingeist gefällt und gibt mit Sublimat, essigsaurem Blei u. s. w. die bekannten Niederschläge. Selbst ohne Zusatz von Alkali ist diese Auflösung des venösen Faserstoffs in Salpeterwasser mög-

*) a. a. O. S. 12.

lich. Viel Wasser bringt aber dann in ihr einen Niederschlag hervor. Dagegen löst sich arterieller Faserstoff in der erwähnten Mischung nicht auf, ebenso wenig Fibrin, das im feuchten Zustande längere Zeit der Luft ausgesetzt, gekocht, mit Alkohol digerirt, oder aus geschlagenem Blute erhalten worden war, eine Eigenschaft, die nach Mulder*) dem Proteinbioxyd zukommt.

Wird frisches ausgewaschenes Fibrin mit Wasserstoffhyperoxyd in Berührung gebracht, so zerlegt sich dieses und es findet eine rasche Sauerstoffentwickelung Statt. Albumin bewirkt diese Zerlegung nicht, und auch das Fibrin verliert diese Eigenschaft, sobald es gekocht oder mit Weingeist digerirt wird.

Gegen Säuren verhält sich das Fibrin dem Albumin ähnlich. Es löst sich in Essigsäure etwas schwieriger, und wird daraus durch Mineralsäuren, Gerbsäure, Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid gefällt. Wird essigsaures Fibrin abgedampft, so überzieht es sich mit einer Haut und wird dann gelatinirt. Die salzsaure Auflösung des Fibrins wird an der Luft nach einiger Zeit indigblau, die salzsaure Auflösung des Albumins ist mehr violett. Mit Schwefelsäure geht nach Berzelius das Fibrin eine in reinem Wasser lösliche Verbindung ein.

Auch zu Salzbasen und Salzen verhält sich das Fibrin im Allgemeinen ganz wie Albumin.

Globulin?

Dieser noch etwas fragliche, von Berzelius in den

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 47. S. 325.

Blutkörperchen angenommene Körper ist jedenfalls auch eine Proteinverbindung. Nach einer früheren Analyse von Mulder würden darin 15 At. Protein mit 1 At. Schwefel verbunden seyn. Phosphor wurde von Mulder nicht gefunden, doch soll nach Berzelius und Hünefeld derselbe darin vorhanden seyn. Simon hält diesen Körper dem Casein verwandt, weil er bei 50° durch Essigsäure gerinne und gleich dem Casein durch Kälberlab nicht coagulirt werde, wenn die Flüssigkeit frei von Milchzucker ist. Nach Berzelius ist das Globulin in den Blutkörperchen in Verbindung mit dem Blutfarbstoff, von dem es sich nicht leicht trennen lässt, wenigstens nicht ohne mit der dazu angewandten Säure in Verbindung zu treten. Auch in der Linse des Auges glaubt Berzelius Globulin gefunden zu haben. Es unterscheidet sich nach ihm von Albumin besonders dadurch, dass es unlöslich ist in einer salzhaltigen Flüssigkeit, die Albumin aufgelöst enthält, dass es löslich ist in reinem Wasser und dass die wässerige Lösung in der Hitze zu einer feinkörnigen Masse gerinnt, während Albumin in zusammenhängenden Massen gerinnt oder Flocken bildet. Uebrigens verhält sich die Lösung von Globulin zu Säuren, Alkalien und Salzen ganz wie Albumin. Liebig*), der nicht geneigt ist, das Globulin als einen besonderen Körper gelten zu lassen, bemerkt, dass, wenn man Blutkörperchen, d. h. den rothen Absatz, welchen man bei einer Vermischung von Blut mit Glaubersalzlösung erhält, mit Wasser mischt, eine Auflösung entsteht, welche beim

*) Handwörterbuch der Chemie Bd. I. S. 883.

Sättigen mit Kochsalz oder Glaubersalz keine in Wasser lösliche Materie absetzt. Wäre Globulin mit den ihm beigelegten Eigenschaften in dieser Auflösung vorhanden, so müsste Glaubersalz seine Abscheidung bewirken, was nicht der Fall ist.

Blutfarbestoff.

Man hat im Blute gelben, braunen und rothen Farbestoff gefunden *). Wahrscheinlich ist der Farbestoff des Blutes ursprünglich gelb und findet sich als solcher in der Lymphe und dem Blutserum. Durch fortschreitende Oxydation wird er in den Blutkörperchen blau und roth. Ein blauer Farbestoff ist jedoch bis jetzt nur von Sanson **) im Ochsenblut gefunden worden. Der rothe Farbestoff, Hämatin, Hämatosin, findet sich nur in den Blutkörperchen. Er ist hier unzweifelhaft in Verbindung mit einem proteinhaltigen Körper, und mit Eisen, mit beiden vielleicht in einem ganz bestimmten Verhältnisse. Der Eisengehalt des Hämatins beträgt nach Mulder in 100 Theilen constant 9,74—9,30. Wenn Andere, wie Lecanu und Sanson, den Eisengehalt veränderlich gefunden haben, so kommt dieses nach Mulder daher, weil bei der Bereitung leicht etwas Eisen aus anderen Theilen als Eisenoxyd mit dem Hämatin niedergeschlagen wird.

*) Der von Simon gefundene rothbraune Farbestoff, *Haemophain*, ist entweder eine Modification des gelben oder des rothen. Er erhielt ihn am reinsten und reichlichsten bei der Darstellung des letzten. Er löste sich in Alkohol und auch, wiewohl weniger, in Wasser und Aether. Journ. für pract. Chem. von Erdmann und Marchand Bd. 22. S. 113.

**) Berzelius, Chemie Bd. 9. S. 87.

Man kann das Hämatin sowohl in Verbindung mit Eisen und einem proteinhaltigen Körper darstellen, als auch von beiden getrennt, ohne dass seine Farbe verloren geht oder seine Zusammensetzung sich ändert.

In Verbindung mit beiden erhält man es, wenn Blutkuchen zwischen Leinewand mit Wasser wiederholt ausgedrückt und die erhaltene Flüssigkeit filtrirt wird. Diese lässt sich dann wie das Eiweiss bei einer 50° nicht überschreitenden Temperatur eintrocknen, ohne ihre Löslichkeit in Wasser zu verlieren. Einmal eingetrocknet kann sie dann selbst mehrere Stunden einer Hitze von 100° ausgesetzt werden, ohne sich zu verändern. Die eingetrocknete Substanz ist fest, schwarzroth, auf dem Bruch glasig glänzend und leicht zu pulvern. Ihre wässerige Auflösung wird an der Luft oder in Berührung mit Sauerstoff heller roth, auch durch Kochsalz und andere Salze (?), erlangt aber nie die Röthe wie arterielles Blut. Kohlensäure und schwefelsaures Gas färben sie schwarzroth, beinah braun, Stickoxydulgas purpurroth. Wie das Blutserum wird sie durch Alkohol, Kreosot, Säuren, Quecksilbersalze u. s. w. gefällt. Alkalien färben sie braun. Galläpfelinfusion fällt sie blassroth. Der Niederschlag durch Alkohol und Säuren ist braun, durch salpetersaures Bleioxyd, Silberoyd, Quecksilberoxydul und Kupferoyd, so wie Gold- und Platinchlorid dunkelbraun, durch essigsaures Bleioxyd, Quecksilberchlorid und schwefelsaures Zinkoxyd roth. Baryt und Kalkwasser bewirken keinen Niederschlag. Schwefelwasserstoff und Schwefelalkalien färben die Lösung anfänglich grün und zuletzt schwarz. Dieses kommt vom

Eisen. Alle übrigen Reagentien zeigen dasselbe nicht an. Will man sich von dessen Gegenwart noch durch andere Reagentien überzeugen, so muss man entweder zuvor durch die Flüssigkeit einen Strom von Chlor gehen lassen, oder sie abdampfen, einäschern und in Salzsäure wieder auflösen.

Wird die Flüssigkeit einer höheren Temperatur ausgesetzt, so coagulirt sie. Schon bei + 60 fängt sie an, sich zu trüben, und bei + 66,5 erfolgt eine vollständige Coagulation. Das Coagulum ist eine rothe, körnige, wenig zusammenhängende Masse, die, an der Luft getrocknet, ihre rothe Farbe behält und sich pulvern lässt. In der Wärme wird sie schwarz, sehr hart und schwer zerreiblich. Sie verhält sich gegen Säuren und Alkalien ähnlich wie Fibrin. Eine gesättigte Auflösung in Kali coagulirt beim Abdampfen wieder, und gibt filtrirt eine grüne, ganz wie Galle aussehende Flüssigkeit.

Eingeäschert gibt dieses Blutroth eine rostbraune alkalische Asche, die nach Berzelius ungefähr $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{3}$ Proc. vom Gewicht der eingetrockneten Masse beträgt. 1,3 Thl. Asche von 100 Theilen menschlichem Blutroth erhalten bestanden aus:

kohlensaurem Natron mit Spuren von phosphorsaurem . .	0,3
phosphorsaurem Kalk	0,1
reiner Kalkerde	0,2
basisch phosphorsaurem Eisenoxyd	0,1
Eisenoxyd	0,5
Kohlensäure und Verlust	0,1
	1,3

Wurzer will auch Manganoxyd darin gefunden haben.

Wenn Mangan in den Haaren vorkommt, so muss es jedenfalls auch im Blute seyn.

Früher glaubten die meisten Chemiker, wie Deyeux, Fourcroy, Berzelius, dass das Blutroth seine rothe Farbe dem Gehalt an Eisen verdanke. Fourcroy glaubte sogar, dass das Blutroth nur eine Auflösung von basisch phosphorsaurem Eisenoxyd in Eiweiss sey, allein schon Gmelin zeigte, dass dem Blutroth unbeschadet der Farbe Eisen entzogen werden kann. Er versetzte mit Wasser ausgezogenes Blut mit überschüssiger kalter Salz- oder Schwefelsäure, liess die Flüssigkeit einige Zeit stehen und filtrirte sie dann von dem verdunkelten, aber keineswegs entfärbten Bodensatz ab. Das Filtrat enthielt ausgezogenes Eisenoxyd, welches sich durch schwefelblausaures Kali nachweisen liess.

Später hat Sanson ein wirklich eisenfreies Blutroth dargestellt. Scheerer *) und Mulder **) bestätigten, dass bei Sanson's Verfahren ein Blutroth erhalten werden kann, das höchstens nur noch eine Spur von Eisen enthält. Nach Mulder enthält aber Sanson's Blutroth immer Proteinschwefelsäure. Die Methode seiner Darstellung war folgende: Getrockneter und gepulverter Blutkuchen wurde zunächst wiederholt mit kochendem Alkohol ausgezogen, dann von Neuem getrocknet und hierauf nach und nach in concentrirte Schwefelsäure getragen. Nachdem er hiermit einige Zeit in Berührung geblieben, wurde die aufgequollene Masse in reines, recht kaltes Wasser gebracht, was mit

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 40. S. 31.

**) Journal für pract. Chemie Bd. 32. S. 186.

Vorsicht geschehen muss, da selbst, wenn man Eiswasser nimmt, doch eine bedeutende Wärmeentwickelung erfolgt. Die gewässerte Blutmasse bringt man nun auf ein Filter und wäscht sie so lange mit Wasser aus, als dieses eisenhaltig abläuft. Hierauf bringt man sie in einen Kolben und kocht sie wiederholt mit starkem Alkohol aus, dem man zuletzt einige Tropfen Schwefelsäure zusetzen kann, was die Ausziehung des Blutroths verstärkt. Der stark roth gefärbte Alkohol wird abfiltrirt mit Ammoniak neutralisirt, und abermals filtrirt. Hierauf destillirt man vom Filtrat den Weingeist ab, bis Hämatin niederfällt und entfernt die rückständige Lösung von schwefelsaurem Ammoniak durch Filtriren. Das auf dem Filter bleibende Hämatin wäscht man mit Wasser aus, löst es wieder in Alkohol von 90 Proc. und filtrirt es von dem ungelöst bleibenden braunen Rückstand ab. Die durchgegangene Lösung wird von Neuem abdestillirt und das zurückbleibende Hämatin dann in verdünnter Salzsäure aufgelöst, wobei sich abermals ein geringer brauner Rückstand abscheidet. Man filtrirt die Lösung davon ab und neutralisirt sie nun mit kohlensaurem Ammoniak, wobei Hämatin in schönen blutrothen Flocken niederfällt. Dieses ist in Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien, selbst in kohlensauren und borsauren löslich. Von Eisen enthält es höchstens eine Spur, aber nach Mulder immer Protein.

Ein von jeder Proteinverbindung freies, aber alles Eisen enthaltendes Blutroth hat Lecanu*) dargestellt. Das von Faserstoff befreite Blut wird tropfenweise mit Schwefelsäure

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 26. S. 80.

versetzt und umgerührt, bis die Flüssigkeit sich in einen dicken Brei verwandelt. Man muss jedoch mit dem Zusetzen der Schwefelsäure nicht zu hastig verfahren, sonst erhält man, wie Mulder bemerkt und ich aus eigner Erfahrung bestätigen kann, einen veränderten, in Aether löslichen Farbstoff. Man vertheilt hierauf den Brei in etwas Alkohol und presst ihn zwischen Leinewand kräftig aus. Dann bringt man ihn in einen Kolben und zieht ihn wiederholt mit heissem Alkohol aus, dem zuletzt einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt werden. Die rothen Auszüge werden filtrirt, mit Ammoniak neutralisirt, wieder filtrirt und verdampft, der farbige Rückstand mit Wasser, Weingeist und Aether erschöpft, dann wieder in 5 Proc. Ammoniak haltigem Weingeist gelöst, filtrirt, abgedampft, mit reinem Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Der so erhaltene Farbstoff ist fest, schwarzröthlich, von metallischem Glanz, geschmack- und geruchlos, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, doch löst er sich in diesen Flüssigkeiten leicht und mit schön blutrother Farbe auf, sobald sie nur eine geringe Menge Ammoniak, Kali oder Natron enthalten. Auch Weingeist, der etwas Salz- oder Schwefelsäure enthält, löst ihn leicht und vollständig auf, ebenso Weingeist von 22°, der schwefelsaures Natron enthält. Aus den sauren alkoholischen Auflösungen, aber nicht aus den ammoniakalischen schlägt Wasser das Blutroth nieder. Wird die saure alkoholische Auflösung mit einer weingeistigen Lösung von schwefelsaurem Eiweiss versetzt, so fällt das Blutroth in Verbindung mit Eiweiss in schönen rothen Flocken nieder

und es hält sehr schwer, das Eiweiss wieder abzuscheiden. Mulder *) hat dieses Blutroth analysirt. Es besteht aus:

	gefunden		At.	berechnet
Kohlenstoff	66,49	65,94	44	65,84
Wasserstoff	5,30	5,27	44	5,37
Stickstoff	10,50	10,54	6	10,40
Sauerstoff	11,01	11,70	6	11,75
Eisen	6,66	6,58	1	6,64

Die Menge des von Lecanu dargestellten Hämatosins im menschlichen Blute beträgt im Durchschnitt 2,27 Proc.

Neuerdings ist es Mulder **) geglückt, dieses Hämatosin ohne Zersetzung von allem Eisen zu befreien, mithin ein Blutroth darzustellen, das weder eine Proteinverbindung noch Eisen enthält. Er rieb dasselbe mit concentrirter Schwefelsäure zusammen, liess es längere Zeit so stehen und setzte dann allmählig Wasser zu. Es entwickelten sich Blasen von Wasserstoff, woraus hervorgeht, dass darin Eisen im metallischen Zustande vorhanden war. Die Flüssigkeit wurde dann abfiltrirt, der Rückstand erst mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit Wasser ausgewaschen. Getrocknet und analysirt zeigte er ganz dieselbe Zusammensetzung wie vorher, aber von Eisen war kaum noch eine Spur vorhanden. Es ist jedoch nöthig, die Schwefelsäure recht lange damit in Berührung zu lassen, weil sonst das Eisen nur theilweise ausgezogen wird.

*) Annal. d. Chem. und Pharm. Bd. 31. S. 138.

**) Journal f. pract. Chemie von Erdmann und Marchand Bd. 32. S. 186.

Das eisen- und proteinfreie Blutroth ist getrocknet dunkelviolett, und in Schwefelsäure oder ammoniakhaltigem Weingeist etwas schwieriger löslich als das eisenhaltige.

Blutfett.

Das Blut enthält Fett, welches sich zum Theil in Form kleiner Kügelchen von kaum messbarer Grösse mit dem Mikroskop wahrnehmen lässt*). Die gesammte Menge desselben ist unstreitig dem Wechsel unterworfen. Simon und Nasse fanden im menschlichen Blut 2,0—2,5. Im Ochsenblut fand Simon 5,59. In der Cholera, der Gelbsucht, Brightschen Krankheit, so wie bei Trinkern soll sich der Fettgehalt des Blutes vermehren. Nach Liebig tritt immer dann (?) vermehrte Fettbildung ein, wenn zwischen dem Kohlenstoff der Nahrung und dem eingeathmeten Sauerstoff ein Missverhältniss vorhanden ist. Der nicht verbrannte überschüssige Kohlenstoff lagert sich als Fett ab.

Man gewinnt das Fett aus dem Blute, indem man es einige Zeit mit Aether in Berührung lässt, der alles darin vorhandene Fett auszieht.

Nach früheren Untersuchungen sollen im Blute drei saure und drei neutrale Fettarten vorkommen. Zu den ersten gehören flüchtige Fettsäure, Oleinsäure und Margarinsäure, zu den letzten ein phosphorhaltiges Fett, Cerebrin nach Denis, ferner Serolin und Cholesterin.

Cerebrin und Serolin sind stickstoffhaltig, die anderen nicht.

*) Vergl. S. 303.


Die flüchtige Fettsäure wurde schon im Jahr 1794 von Parmentier und Deyeux beschrieben. Sie fanden, dass sich dieselbe dem Wasser und Alkohol bei der Destillation verschiedener thierischer Flüssigkeiten und Gewebe imprägnire. Das Blut soll ihr und dem Serolin seinen eigenthümlichen Geruch verdanken.

Olein- und margarinsaures Natron wurde von Berzelius und Boudet im Blute gefunden. Oleinsäure und Margarinsäure bilden in Verbindung mit Glyceryloxyd das Olein und Margarin, welche im frei vorkommenden Fett immer mit einander verbunden vorkommen. Olein und Margarin werden durch Alkalien zerlegt. Die Fettsäuren verbinden sich mit dem Alkali, während Glyceryloxyd frei wird und im Moment des Freiwerdens sich mit Wasser zu Glyceryloxydhydrat verbindet. Diesen Zersetzungsprocess hat man früher für eigenthümlich gehalten und Verseifung genannt, sowie die dahin gehörigen Fettarten verseifbar.


Phosphorhaltiges Fett, das dem Gehirnfett ähnlich seyn soll, fanden Denis und Lecanu im Blute. Es ist jedoch noch nicht im reinen Zustande in solcher Menge dargestellt worden, dass es hätte näher untersucht werden können; auch ist zu bemerken, dass nach Fremy im Gehirn gar kein neutrales phosphorhaltiges Fett vorkommt. Nach Fremy sind die phosphorhaltigen Fette des Gehirns Säuren, nämlich Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure.

Serolin wurde zuerst von Boudet 1833 entdeckt, und sein Vorkommen im Blute von Lecanu und Denis

Taf. I.



Taf. II.



Bayerische Staatsbibliothek München

Am 1. October wurde versandt:

ATLAS

der

pathologischen Anatomie

für Aerzte u. Studirende

von

Prof. Dr. **Gluge** in **Brüssel.**

Sechste Lieferung.

gr. breit Folio. Preis 1 Thlr. 25 Sgr.

Die 1. Lieferung dieses Werkes giebt **jede Buchhandlung** zur Ansicht.

G·Walter

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Platner, Ernst Alexander,

Grundzüge einer allgemeinen Physiologie

Jena 1844

Anat. 343 db
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369188-6